

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y AUTOMÁTICA



PROYECTO FIN DE CARRERA

Ingeniería Técnica Industrial:

Electrónica Industrial

**MEJORA DEL SISTEMA DE CAMBIO DE
HERRAMIENTA DE UN ROBOT INDUSTRIAL
ABB IRB2400.**

Autora: Ana García de Luis.

Tutor: Santiago Martínez de la Casa.

Marzo 2011



ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	I
ÍNDICE DE FIGURAS.....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
I. INTRODUCCIÓN.....	- 1 -
1.1 Descripción y marco del proyecto.....	- 2 -
1.2 Antecedentes del proyecto: Descripción, estructura y funcionamiento de la célula de fabricación flexible robotizada.....	- 5 -
1.3 Planteamiento del problema ocasionado en la célula de fabricación.....	- 8 -
1.4 Objetivos y alcance del proyecto.....	- 14 -
II. ELEMENTOS IMPLICADOS EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO.....	- 18 -
2.1 Robot IRB2400-16 de ABB.....	- 19 -
2.1.1 Generalidades.....	- 19 -
2.1.2 Ubicación e instalación.....	- 22 -
2.1.3 Diagrama de carga.....	- 23 -
2.1.4 Montaje de equipos auxiliares al robot.....	- 25 -
2.1.5 Movimiento y alcance del robot.....	- 27 -
2.1.6 Mantenimiento.....	- 28 -
2.2 Controlador IRC5 de ABB.....	- 29 -
2.2.1 Generalidades.....	- 29 -
2.2.2 Estructura interna del controlador.....	- 32 -
2.2.2.1 Módulo I/O digital.....	- 34 -
2.2.2.2 Alimentación del sistema robótico.....	- 36 -
2.2.3 FlexPendant.....	- 37 -
2.3 Herramientas del proceso de producción.....	- 39 -
2.3.1 Pinza mecánica.....	- 39 -



2.3.2	Garra neumática.....	- 40 -
2.3.3	Herramienta de mecanizado.....	- 41 -
2.4	Sistema de cambio automático de la herramienta.	- 43 -
2.4.1	Descripción.	- 43 -
2.4.2	Elementos del sistema de cambio de herramienta.....	- 45 -
2.4.2.1	Cuerpo del plato maestro y seguidor.	- 45 -
2.4.2.2	Conector eléctrico.	- 46 -
2.4.2.3	Conector hidráulico.	- 47 -
2.4.2.4	Válvulas y conectores del cierre neumático.....	- 47 -
2.4.2.5	Estantería de herramientas.....	- 49 -
2.4.3	Circuito de identificación de herramienta.....	- 50 -
2.4.4	Mecanismo de acoplo y desacoplo de la herramienta.	- 52 -
2.4.4.1	Descripción.....	- 52 -
2.4.4.2	Circuito de acoplo y desacoplo.....	- 54 -
2.5	Circuito neumático completo del sistema robótico.	- 56 -
2.6	Suministro de aire de la célula.	- 58 -
2.7	Suministro eléctrico de la célula.	- 58 -
III. ESTUDIO DEL PROBLEMA Y VIABILIDAD DE POSIBLES SOLUCIONES		- 60 -
3.1	Introducción al problema producido por la caída accidental de la herramienta acoplada al robot.	- 61 -
3.2	Observación del comportamiento de las señales implicadas en el sistema de agarre durante el fallo.	- 64 -
3.3	Modo de actuación frente al problema presente.....	- 69 -
3.4	Diseño de posibles soluciones.....	- 73 -
3.4.1	Solución 1. Actuación sobre el mecanismo de agarre mediante retardo neumático.	- 73 -



3.4.2	Solución 2. Actuación tras la salida de robot mediante retardo eléctrico.....	- 79 -
3.4.3	Solución 3. Actuación tras encendido de robot mediante retardo eléctrico.....	- 83 -
3.5	Elección de dispositivos para cada solución.....	- 87 -
3.6	Comparativa entre las posibles soluciones.	- 92 -
3.7	Conclusión. Elección de la mejor solución.	- 96 -
3.8	Estudio para la mejora del control en el almacenaje de las herramientas del robot.	- 97 -
IV.	IMPLANTACIÓN Y DESARROLLO DEL SISTEMA	- 102 -
4.1	Instalación.....	- 103 -
4.1.1	Dispositivos del sistema de retardo.	- 105 -
4.1.1.1	Temporizador eléctrico.	- 105 -
4.1.1.2	Relé eléctrico.....	- 109 -
4.1.1.3	Zócalo relé.	- 110 -
4.1.2	Disposición del sistema de retardo en la célula de fabricación.....	- 111 -
4.2	Programación y conexión de dispositivos.	- 114 -
4.2.1	Programación del temporizador eléctrico.	- 114 -
4.2.2	Conexionado del temporizador eléctrico.	- 116 -
4.2.3	Conexionado del relé eléctrico.	- 118 -
4.3	Medidas y resultado del sistema implantado.	- 119 -
V.	CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....	- 121 -
5.1	Conclusiones.....	- 122 -
5.2	Trabajos futuros.	- 125 -



VI. PRESUPUESTO	- 126 -
6.1 Presupuesto Solución 1: Actuación sobre el mecanismo de agarre mediante retardo neumático.....	- 127 -
6.2 Presupuesto Solución 2: Actuación tras la salida de robot mediante retardo eléctrico.....	- 128 -
6.3 Presupuesto Solución 3: actuación tras encendido de robot mediante retardo eléctrico.....	- 129 -
VII.BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS.....	- 130 -
VIII. ANEXOS	- 133 -
8.1 Hojas de características.....	- 134 -



ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo I:

Figura I.1: Célula de fabricación flexible robotizada.	- 4 -
Figura I.2: Layout de la célula.	- 6 -
Figura I.3: Circuito de acople/desacople.	- 9 -
Figura I.4: Posición de acoplo.	- 10 -
Figura I.5: Posición de desacoplo.	- 11 -
Figura I.6: Sucesos para caída de herramienta.	- 12 -
Figura I.7: Pulsos inestables.	- 13 -

Capítulo II:

Figura II.1: Robot IRB2400-16 de ABB.	- 19 -
Figura II.2: Dimensiones del robot.	- 21 -
Figura II.3: Disposición del robot en la célula.	- 22 -
Figura II.4: Elementos de fijación del robot.	- 22 -
Figura II.5: Diagrama de carga.	- 23 -
Figura II.6: Montaje de equipos adicionales en el brazo superior del robot.	- 25 -
Figura II.7: Montaje de equipos adicionales en la base del robot.	- 25 -
Figura II.8: Sistema de fijación de la muñeca del robot.	- 26 -
Figura II.9: Elementos fijados en la muñeca del robot.	- 27 -
Figura II.10: Ejes del robot.	- 27 -
Figura II.11: Alcance del robot.	- 28 -
Figura II.12: Controlador IRC5 de ABB.	- 29 -
Figura II.13: Panel de control del IRC5.	- 30 -



Figura II.14: Estructura interna del IRC5.	- 33 -
Figura II.15: Módulo I/O digital.	- 34 -
Figura II.16: FlexPendant.	- 37 -
Figura II.17: Pinza mecánica.	- 40 -
Figura II.18: Garra neumática.	- 41 -
Figura II.19: Herramienta de mecanizado.	- 42 -
Figura II.20: Sistema cambio herramienta.	- 44 -
Figura II.21: Platos maestro y seguidor.	- 46 -
Figura II.22: Conector eléctrico.	- 46 -
Figura II.23: Conector hidráulico.	- 47 -
Figura II.24: Control cierre neumático.	- 48 -
Figura II.25: Estantería de herramientas.	- 49 -
Figura II.26: Circuito identificación de herramienta.	- 50 -
Figura II.27: Identificación de herramienta.	- 51 -
Figura II.28: Sistema de acople (Paso 1).	- 53 -
Figura II.29: Sistema de acople (Paso 2).	- 53 -
Figura II.30: Sistema de seguridad.	- 54 -
Figura II.31: Circuito de acople.	- 55 -
Figura II.32: Circuito neumático completo.	- 56 -
Figura II.33: Elementos del circuito neumático.	- 57 -
Figura II.34: Suministro de aire de la célula.	- 58 -
Figura II.35: Suministro eléctrico de la célula.	- 59 -

Capítulo III:

Figura III.1: Circuitos de acople y desacople.	- 62 -
Figura III.2: Toma de medidas.	- 65 -



Figura III.3: Medidas del osciloscopio I.....	- 66 -
Figura III.4: Medidas del osciloscopio II.....	- 67 -
Figura III.5: Medidas del osciloscopio III.	- 68 -
Figura III.6: Modo funcionamiento TOFF.	- 70 -
Figura III.7: Modo funcionamiento TOFF.	- 71 -
Figura III.8: Modo funcionamiento monoestable.	- 72 -
Figura III.9: Modificación en circuito de acople/desacople.....	- 74 -
Figura III.10: Simbología temporizador neumático.	- 75 -
Figura III.11: Esquema neumático solución 1.....	- 76 -
Figura III.12: Cronograma solución 1.	- 78 -
Figura III.13: Modificación en salida de robot.....	- 80 -
Figura III.14: Modo de operación del timer solución 2.	- 80 -
Figura III.15: Esquema eléctrico solución 2.....	- 81 -
Figura III.16: Cronograma solución 2.	- 82 -
Figura III.17: Modificación en el arranque del robot.	- 84 -
Figura III.18: Modo de operación del timer solución 3.	- 85 -
Figura III.19: Esquema eléctrico solución 3.....	- 85 -
Figura III.20: Cronograma solución 3.	- 87 -
Figura III.21: Control del sistema de detección.	- 98 -
Figura III.22: Detector inductivo.	- 99 -
Figura III.23: Posición detectores inductivos.	- 100 -
Figura III.24: Conexionado Detección en estantería de herramientas.....	- 101 -

Capítulo IV:

Figura IV.1: Control de una señal de robot.....	- 104 -
Figura IV.2: Control de varias señales de robot.	- 104 -



Figura IV.3: Temporizador eléctrico.	- 105 -
Figura IV.4: Modo de operación del temporizador.....	- 106 -
Figura IV.5: Esquema de funcionamiento del temporizador.	- 107 -
Figura IV.6: Dimensiones del temporizador.	- 108 -
Figura IV.7: Relé eléctrico.....	- 109 -
Figura IV.8: Dimensiones del relé.....	- 110 -
Figura IV.9: Zócalo relé.	- 110 -
Figura IV.10: Dimensiones del zócalo relé.....	- 111 -
Figura IV.11: Armario del controlador IRC5.....	- 111 -
Figura IV.12: Seccionador del robot.....	- 112 -
Figura IV.13: Interior puerta IRC5.....	- 112 -
Figura IV.14: Temporizador.	- 113 -
Figura IV.15: Placas XT5 (señales externas de robot).	- 113 -
Figura IV.16: Nomenclatura del temporizador eléctrico.	- 114 -
Figura IV.17: Selección y ajuste del temporizador.	- 115 -
Figura IV.18: Bloqueo del temporizador.....	- 116 -
Figura IV.19: Conexionado del temporizador.....	- 117 -
Figura IV.20: Conexionado temporizador y relé externo.....	- 118 -
Figura IV.21: Medida con sistema de retardo.	- 119 -
Figura IV.22: Comparación de medidas.....	- 120 -



ÍNDICE DE TABLAS

Capítulo II:

Tabla II.1: Carga real máxima.....	- 24 -
Tabla II.2: Movimiento del robot.	- 27 -
Tabla II.3: mandos del panel de control del IRC5.....	- 31 -
Tabla II.4: Estructura interna del IRC5.	- 33 -
Tabla II.5: Distribución entradas digitales.	- 35 -
Tabla II.6: Distribución salidas digitales.	- 36 -
Tabla II.7: Mandos del FlexPendant.....	- 37 -
Tabla II.8: Pinza mecánica.....	- 40 -
Tabla II.9: Garra neumática.	- 41 -
Tabla II.10: Herramienta de mecanizado.	- 42 -
Tabla II.11: Características de los platos maestro y seguidor.	- 45 -
Tabla II.12: Válvula neumática.....	- 49 -
Tabla II.13: Código de identificación de herramienta.	- 52 -

Capítulo III:

Tabla III.1: Válvula neumática.	- 74 -
Tabla III.2: Temporizador neumático.	- 75 -
Tabla III.3: Válvulas neumáticas para Solución 1.....	- 88 -
Tabla III.4: Comparativa de temporizadores neumáticos.....	- 89 -
Tabla III.5: Comparativa de temporizadores eléctricos.....	- 90 -
Tabla III.6: Comparativa de relés eléctricos.	- 91 -
Tabla III.7: Comparativa del coste estimado.	- 94 -
Tabla III.8: Ventajas us Inconvenientes.....	- 96 -
Tabla III.9: Características técnicas detector inductivo.....	- 99 -



Tabla III.10: Modificación entradas digitales. - 100 -

Capítulo IV:

Tabla IV.1: Características técnicas del temporizador..... - 108 -

Tabla IV.2: Características técnicas del relé..... - 109 -

Tabla IV.3: Características técnicas del zócalo..... - 110 -



I. INTRODUCCIÓN



1.1 Descripción y marco del proyecto.

La automatización y la robótica son dos tecnologías estrechamente relacionadas. En un contexto industrial, se puede definir la automatización como una tecnología que está relacionada con el empleo de sistemas eléctricos y/o mecánicos basados en computadoras para la ejecución y control de la producción. En consecuencia, la robótica es una forma de automatización industrial ejecutada a través del robot industrial, el cual ejerce de manipulador multifuncional reprogramable diseñado para desplazar materiales, piezas, herramientas o dispositivos especiales, mediante movimientos variables programados para la ejecución de una diversidad de tareas.

La historia de la robotización industrial está caracterizada por periodos de constantes innovaciones tecnológicas y va ligada intrínsecamente a los sucesos económicos mundiales. En el ámbito de la industria, existe un gran desequilibrio en el uso de la robotización a favor del sector automovilístico como principal inversor. No obstante, cada vez en mayor medida otros sectores de la industria, como en nuestro caso el sector de la construcción, se ven atraídos por la garantía de desarrollo y ventaja competitiva que supone la robotización centrando su empleo principalmente, en la realización de tareas de precisión, repetitivas, pesadas o de peligro para el operario.

Es por ello que de acuerdo a las necesidades y exigencias, cada industria elige entre los diferentes tipos de la automatización industrial, como son:



- La *automatización fija*, cuando el volumen de producción es muy alto y se justifica económicamente el costo del diseño del equipo especializado para procesar el producto. El ciclo de vida de la automatización fija va de acuerdo a la vigencia del producto en el mercado.
- La *automatización programable*, empleada en volúmenes de producción relativamente bajos y existe una diversidad de producción a obtener. El equipo de producción es diseñado para adaptarse a las variaciones de configuración de los productos estableciendo cambios mediante software.
- La *automatización flexible*, adecuada para un rango de producción media en el que se combinan características de la automatización fija y de la automatización programable. Está dedicada a la producción continua de mezclas variables de productos, donde es posible la introducción de cambios y variaciones en el sistema de producción.

Este proyecto seguirá el modelo de automatización flexible, ya que surge como continuación a dos proyectos realizados anteriormente en la Universidad Carlos III de Madrid en los que se desarrolla una célula de fabricación flexible robotizada preparada para realizar distintos procesos de mecanizado y ensamblaje del sector de la construcción.

Dicha célula, es una reproducción de una factoría móvil llamada Mobile Factory, incluida dentro de uno de los proyectos de colaboración europeos del Sexto Programa Marco de la Comisión Europea (6FP) llamado **ManuBuild**.

El propósito del proyecto ManuBuild consiste en realizar el salto del proceso constructivo tradicional (construcción en la obra, agentes del proceso mal integrados y coordinados, etc.) a un proceso que aproveche las ventajas de la industrialización, tomando ejemplos de lo que ocurre en otros campos, como el automovilístico o el aeronáutico. [1] y [2]

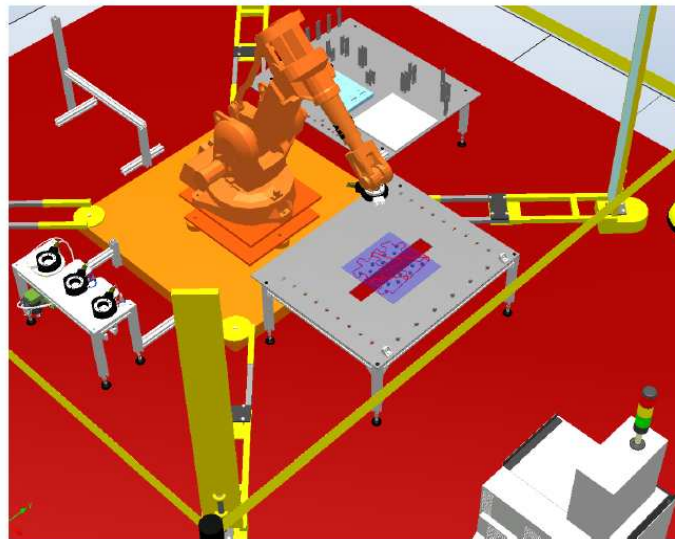


Figura I.1: Célula de fabricación flexible robotizada.

En este momento, la célula de fabricación se encuentra ubicada en los Laboratorios de Robótica relativos al Departamento de Sistemas y Automática de la Universidad Carlos III de Madrid; cuenta con la instalación eléctrica y neumática asociada así como con la programación de los dispositivos que alberga para hacer posible su uso.



1.2 Antecedentes del proyecto: Descripción, estructura y funcionamiento de la célula de fabricación flexible robotizada.

La célula de fabricación flexible desarrolla un sistema robótico con la integración de herramientas para usos de mecanizado, manipulación y ensamblado de diferentes elementos, para la obtención de materiales que satisfacen la idea de procesos automatizados.

La estructura de esta célula está dividida en tres áreas distintas que trabajan conjuntamente y que contienen los sistemas necesarios para llevar a cabo los procesos requeridos:

- **Área del sistema robótico.**

La célula basa su funcionamiento en un brazo robótico comercial **IRB2400-16** de la marca ABB situado en el centro de su estructura mecánica, encargado tanto de manipular el material como de mecanizarlo y ensamblarlo. De acuerdo al tipo de tarea que se realice durante el proceso (sujeción, mecanizado o ensamblado) se irán acoplando las distintas herramientas a través de un sistema de cambio automático de herramienta, consiguiendo una mayor flexibilidad en lo que a diversidad de trabajos se refiere. Las herramientas restantes, que no estén siendo utilizadas por el brazo del robot serán emplazadas en el almacén de herramientas.

- **Área de almacén del material.**

Este área forma la entrada de material a la célula de fabricación flexible robotizada donde se realizan dos funciones diferentes: almacenaje y preparación. Está situado dentro del rango de acción del robot, para que éste

pueda manipular todo el material almacenado y realizar los diferentes trabajos de preparación. Por un lado, se almacenan las barras y racores que componen el módulo de aguas que se quiere ensamblar y por otro las baldosas que se quieren mecanizar. Además, existe un almacén auxiliar para productos intermedios del proceso de ensamblaje. Todos estos almacenes contienen los sistemas necesarios para un correcto posicionamiento del material dentro de este área.

- **Área de trabajo.**

Este área cuenta con los sistemas de sujeción, agarre y guiado necesarios para permitir al robot realizar tanto el correcto ensamblaje de los materiales, como lograr un correcto mecanizado. Está situado dentro del rango de acción del robot, de manera que el robot pueda trabajar en este área con gran libertad de movimiento.

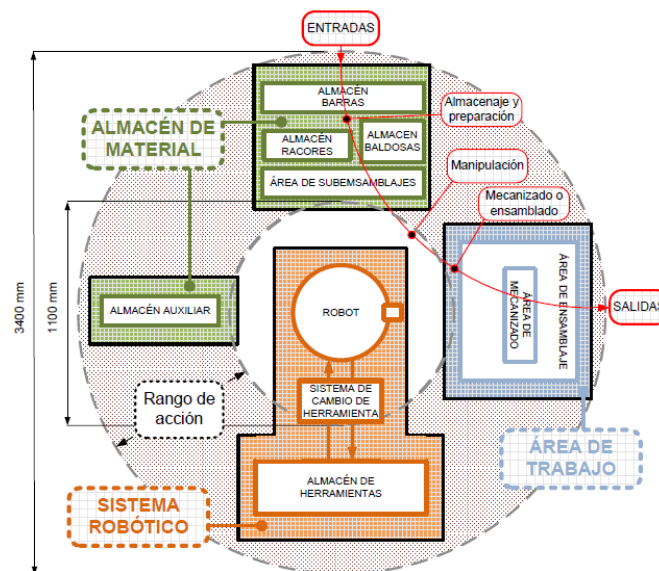


Figura I.2: Layout de la célula.



En la estructura anterior, la célula realiza dos procesos dirigidos fundamentalmente al sector de la construcción: el ensamblado de un módulo de aguas, formado por un bastidor a modo de estructura y de un sistema de saneamiento para el canalizado de aguas por tuberías, y el mecanizado de baldosas. Esquemáticamente, ambos procesos realizados por la célula, a su vez se muestran subdivididos en las siguientes tareas:

- TAREA 1: Ensamblado del bastidor del módulo de aguas.
 - Etapa 1: Preparación del bastidor.
 - Etapa 2: Acoplo de las abrazaderas.
 - Etapa 3: Producción del sistema de saneamiento.
- TAREA 2: Mecanizado de las baldosas.
 - Etapa 1: Manipulación de la baldosa.
 - Etapa 2: Mecanizado de la baldosa.

Hoy por hoy, la célula de producción está destinada a la realización de estas tareas concretas, existiendo la posibilidad de efectuarse cambios en las mismas o la adición e interconexión con otras nuevas. Para ello, se diseña e implementan distintos sistemas de diseño hardware y software que permiten el uso flexible de los elementos disponibles en la célula robotizada.

El diseño hardware está formado por los esquemas electrónicos y mecánicos necesarios para la implementación de los sistemas físicos de los que está compuesta la célula, como pueden ser el diseño de las herramientas de fabricación que se acoplan al robot y el diseño de las estructuras mecánicas dispuestas en las distintas áreas de la célula.



El diseño software comprende tanto el diseño de los procesos de mecanizado y ensamblado a realizar mediante archivos CAD, como el diseño virtual de la célula robotizada para la simulación de los procesos, la programación de programas robóticos en lenguaje RAPID y la transferencia de los mismos del ordenador al robot por comunicación vía Ethernet. La herramienta de software utilizada es la proporcionada por el fabricante del robot ABB, RobotStudio, la cual permite la simulación y programación en línea o fuera de línea del sistema.

1.3 Planteamiento del problema ocasionado en la célula de fabricación.

Actualmente, durante el proceso de actividad de la célula de fabricación flexible robotizada se han detectado serios problemas en el sistema de agarre y cambio de herramienta del brazo del robot que dificultan el correcto funcionamiento del procedimiento y ponen en peligro tanto la seguridad del personal como la seguridad de los dispositivos que constituyen la instalación, elevando exponencialmente el riesgo de accidente y provocando la inutilización de la misma.

Es por tanto que este proyecto centra su cometido en el estudio de una parte de dicha célula robotizada, concretamente en el sistema de agarre y cambio de herramienta del brazo del robot.

El agarre de cada herramienta al brazo del robot se realiza a través de un sistema electroneumático de acoplo y desacoplo de los platos maestro y seguidor, el cual es gobernado por una señal eléctrica de salida del robot,

concretamente la salida digital Do10_1, mediante el siguiente circuito:

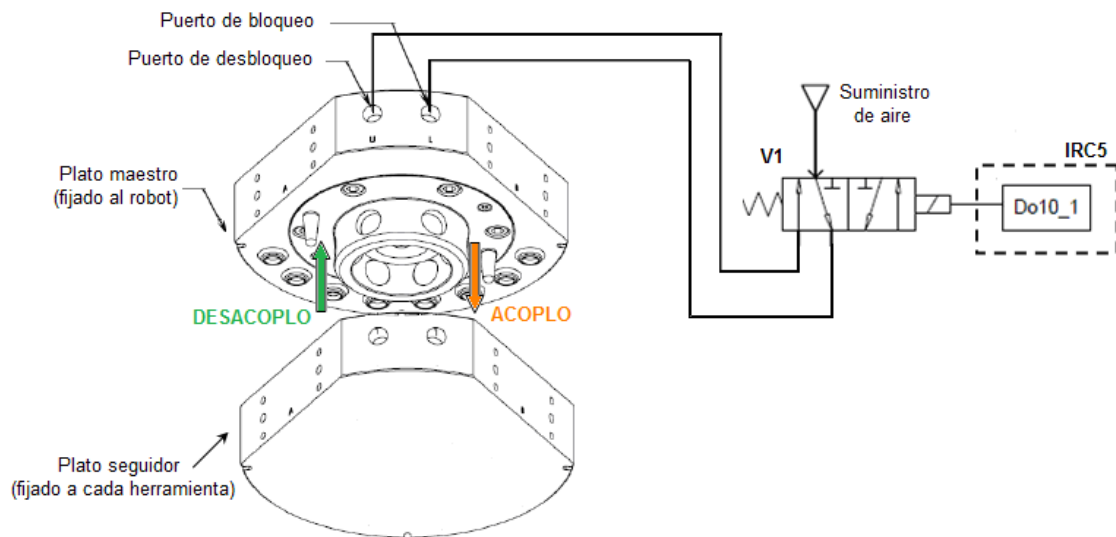


Figura I.3: Circuito de acople/desacople.

El procedimiento teórico para el uso habitual del sistema de acoplo y desacoplo de la herramienta está diseñado de la siguiente manera:

- **Acople:** si la señal de robot (Do10_1) tiene valor 0, el aire pasa por la electroválvula V1 de forma que permite llenar la cámara de bloqueo por el puerto L (Lock). De este modo el mecanismo móvil del plato maestro baja (representado en el esquema como que el cilindro neumático C1 queda estirado), uniendo así el plato maestro de la muñeca del robot con el plato seguidor de la herramienta seleccionada.

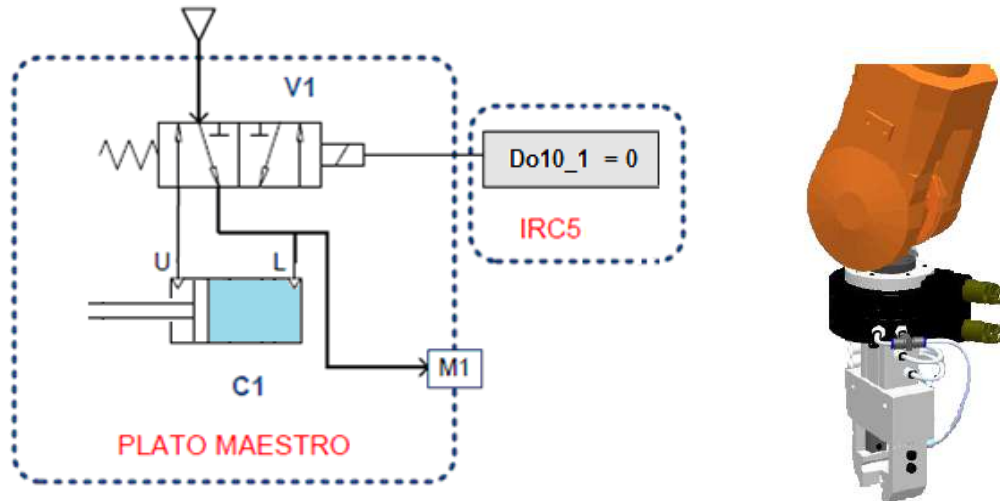


Figura I.4: Posición de acoplo.

- **Desacople:** si la señal de robot (Do10_1) tiene valor 1, el aire pasa por la electroválvula V1 de forma que permite llenar la cámara de desbloqueo por el puerto U (Unlock), retrayendo el cilindro C1 y liberando la herramienta del robot al separar los dos platos. En un uso habitual del proceso, el desacople de cada herramienta se produce en una posición concreta, determinada mediante la programación del robot, sobre la estantería de herramientas; de este modo, sobre dicha estantería reposan las herramientas que no están siendo usadas por el robot durante de forma segura.

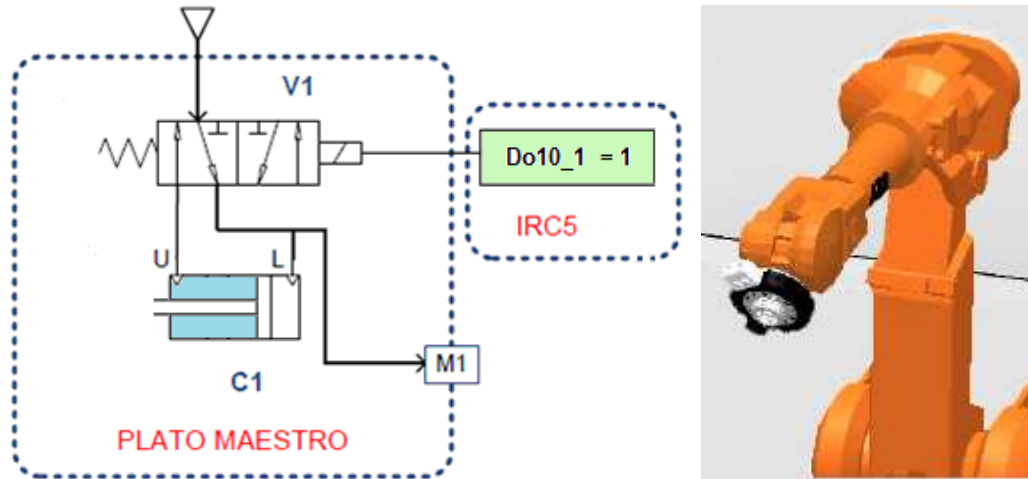


Figura I.5: Posición de desacoplo.

El diseño del sistema de acoplo y desacoplo de la herramienta del robot incluye un mecanismo de seguridad, detallado en el siguiente capítulo, en el que en caso de imprevisto por falta de aire evite la caída de la herramienta acoplada al robot. Este mecanismo permite que, si la herramienta está acoplada al robot y hay falta de aire, la herramienta permanece en estado de acoplo (L: lock) hasta el instante en el que se introduzca aire a la cámara de desbloqueo (U: unlock) para producir el desacoplo de la herramienta.

En la actualidad, el funcionamiento real del sistema de acople de la herramienta difiere del funcionamiento teórico al producirse la caída fortuita de la herramienta que esté acoplada en la muñeca del robot.

Después de un análisis exhaustivo de observación en el lugar de la instalación se aprecia que el problema real surge en el momento en el que se ocasionan conjuntamente los siguientes sucesos:

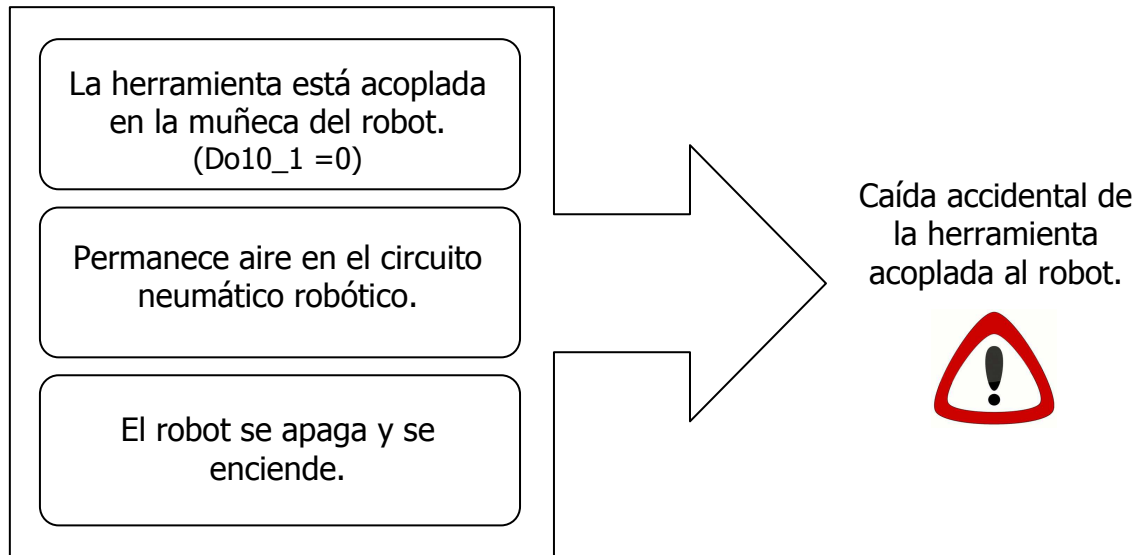


Figura I.6: Sucesos para caída de herramienta.

Este desencadenante puede darse en diversos casos durante el uso habitual de la célula de fabricación flexible robotizada, tales como falta tensión, mantenimiento, etc.

Tras el encendido del robot, con una herramienta ya acoplada y aire en el circuito neumático, mientras el controlador IRC5 del robot vuelve a estar operativo se producen una serie de pulsos inestables en los que la señal digital de salida de robot que gobierna el sistema de acoplo y desacoplo de la herramienta (Do10_1) toma valores inestables de 0 y 1.

Cuando aparecen estos pulsos inestables, en el instante en que la señal digital Do10_1 pasa de 0 a 1, se origina la caída imprevista de la herramienta debido a que el mecanismo de seguridad de agarre de la herramienta (comentado anteriormente) está activo hasta que se aplica aire a la cámara de desbloqueo o, dicho de otro modo, la señal Do10_1 toma el valor 1.

La siguiente imagen muestra el comportamiento de la señal digital Do10_1 de acuerdo al comportamiento anteriormente descrito:

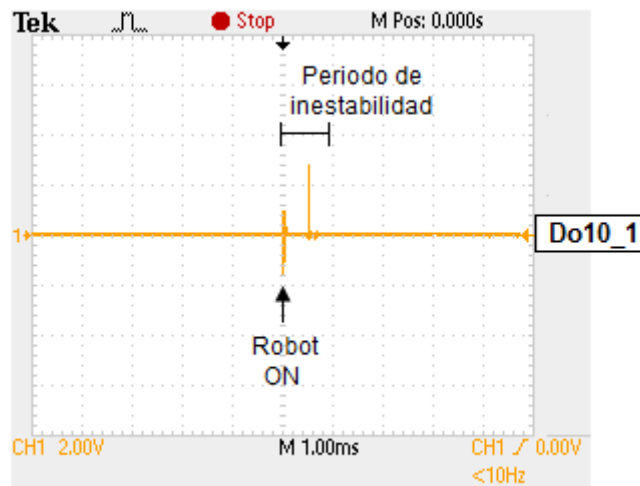


Figura I.7: Pulsos inestables.

En esta imagen es posible observar que, a pesar de que la herramienta del robot esté acoplada ($Do10_1=0$) y no se realice ningún cambio en el valor de esta señal (manual o programado), tras el encendido del robot la señal pasa por un instante de inestabilidad que consecuentemente provocará la caída repentina de la herramienta.

Dado que la señal es digital y los pulsos dependen del tiempo, más adelante se detallará la realización de un estudio de la repetitividad y duración del periodo de inestabilidad con el objetivo de diseñar e implementar en la célula de fabricación flexible un sistema de temporizado capaz de eludir el instante inestable de la señal que controla el agarre de la herramienta, solventando así el problema actual.



A fin de concretar y elegir el sistema de temporizado más ajustado al problema real existente por la caída del útil del robot para ser instalado, serán expuestos y analizados en posteriores capítulos diferentes diseños como posibles soluciones.

El estudio y la corrección del fallo producido en el sistema de agarre del útil del robot de la célula han sido llevados a cabo en el laboratorio de robótica del departamento de Sistemas y Automática de la Universidad Carlos III de Madrid, verificando el correcto funcionamiento del sistema y realizando las pruebas convenientes.

1.4 Objetivos y alcance del proyecto.

La implantación de una célula robotizada para aplicaciones de uso industrial (manejo de material, operaciones de procesos y ensamblaje) tiene como objetivo principal la mejora de la producción tanto en términos económicos como en términos de seguridad.

La robotización industrial de un proceso de fabricación favorece notablemente a los siguientes aspectos:

- Incremento de la productividad.
- Mejora de la eficiencia, eficacia y calidad del producto.
- Reducción del coste final del producto a fin de conseguir un precio de comercialización más competitivo.



- Supervisión, control y previsión constante del proceso facilitando la exclusión de posibles imprevistos.
- Integración de gestión y producción.
- Disminución del riesgo de accidentes aumentando la seguridad laboral.
- Disminución de la mano de obra, simplificación en el mantenimiento.

Para garantizar el cumplimiento de estos aspectos, este proyecto tiene como objetivo solventar los problemas actuales y reales surgidos en el sistema de sujeción y cambio de herramienta durante el funcionamiento de la célula robotizada. Tales problemas provocan la caída inesperada de la herramienta acoplada al brazo del robot ocasionando, por consiguiente, fatales consecuencias.

La reparación de este infortunio se realizará mediante el estudio de las causas que lo producen junto con la implementación de un sistema de temporizado en el foco del problema.

De esta manera, será posible la reanudación de los trabajos efectuados anteriormente en esta instalación ya que actualmente se encuentran limitados por motivos de seguridad.

Además, para una mayor seguridad del sistema, se estudiará la posibilidad de mejora del banco de reposo donde se almacenan las herramientas del robot permitiendo así el control, no sólo de la herramienta que se encuentra acoplada al robot, sino también de las herramientas que se encuentran almacenadas en el banco de herramientas aunque su montaje quede fuera del alcance del proyecto.



Es por tanto, que en este Proyecto de Fin de Carrera se pretende alcanzar los siguientes objetivos específicos:

- Exploración de las causas que provocan la caída de la herramienta del robot.
- Análisis empírico de las situaciones en que se origina el fallo.
- Estudio de posibles soluciones.
- Instalación de la mejor solución.
- Estudio para la mejora del control en el almacenaje de las herramientas del robot.

De este modo, estará dentro del alcance de este proyecto el estudio de viabilidad que permita encontrar la solución más efectiva al problema real ocasionado durante el funcionamiento de la instalación de la célula de producción flexible robotizada ubicada en los laboratorios de robótica de la Universidad Carlos III de Madrid, en el que se produce un fallo puntualizado en el sistema de acoplo y desacoplo de la herramienta que provoca la caída inmediata de la herramienta emplazada en el brazo del robot. De igual forma, estarán dentro del presente proyecto la búsqueda de los dispositivos adecuados que permitan la instalación, programación y montaje del sistema valorado de mayor viabilidad que permita la corrección del fallo así como la instalación misma del sistema. Estará dentro del alcance del proyecto el estudio de la mejora para la mejora del control en el almacenaje de las herramientas del robot, no siendo objeto del proyecto la instalación y programación software del mismo.



El proyecto contempla el estudio empírico a través de la toma de medidas, el diseño eléctrico y/o neumático de las soluciones estudiadas y las características técnicas, instrucciones de uso y mantenimiento de los dispositivos valorados. Así mismo, las verificaciones, pruebas y puesta en marcha serán igualmente contempladas en el presente proyecto.

No formará parte de este proyecto cualquier infortunio producido en dicha célula de fabricación flexible robotizada fuera del dominio del sistema de acoplo y desacoplo de la herramienta situada en el brazo del robot que produzca la caída de la herramienta instalada.



II. ELEMENTOS IMPLICADOS EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1 Robot IRB2400-16 de ABB.

2.1.1 Generalidades.

El robot IRB 2400-16 de ABB es un robot industrial de 6 ejes diseñado específicamente para industrias de fabricación que utilizan automatización flexible basada en robots. El robot tiene una estructura abierta especialmente adaptada para un uso flexible y presenta unas grandes posibilidades de comunicación con sistemas externos.



Figura II.1: Robot IRB2400-16 de ABB.

El robot está equipado con el software de control de robots RobotWare, encargado de controlar todos los aspectos del sistema de robot como el control de los movimientos, el desarrollo y la ejecución de programas de aplicación, la comunicación, etc.



Este modelo ofrece mayores volúmenes de producción, menores tiempos de producción y en consecuencia, entregas más rápidas para los productos fabricados. Entre sus características cabe destacar:

- **Fiabilidad:** El IRB2400 es el robot industrial más popular. Su construcción robusta y el uso de pocos componentes contribuye a su alta fiabilidad y pocas necesidades de mantenimiento.
- **Rapidez:** Gracias al control de movimiento de ABB, el robot optimiza la aceleración y deceleración, lo que implica un menor tiempo de ciclo.
- **Precisión:** Calidad uniforme de las piezas producidas debido a la precisión de la trayectoria y la repetibilidad de la posición. (RP=0.6mm)
- **Potencia:** Combina una capacidad de carga de hasta 20kg con un alcance de 1550m para una utilización óptima.
- **Robustez:** eficacia en ambientes de trabajo exigentes (IP67, lavable a vapor, etc.)
- **Versatilidad:** integración flexible con opción de montaje invertido.

El IRB2400 proporciona unas prestaciones excelentes para la manipulación de materiales, la asistencia a la mecanización y las aplicaciones de procesos. Sus principales campos de aplicación son: soldadura por arco, montaje, limpieza de piezas fundidas, corte/desbarbado, inyección de metales a presión en molde, pegado/sellado, rectificado/pulido, asistencia para mecanización, manipulación de materiales, embalaje...

Las dimensiones para este modelo de robot son las que se muestran a continuación (dimensiones en milímetros):

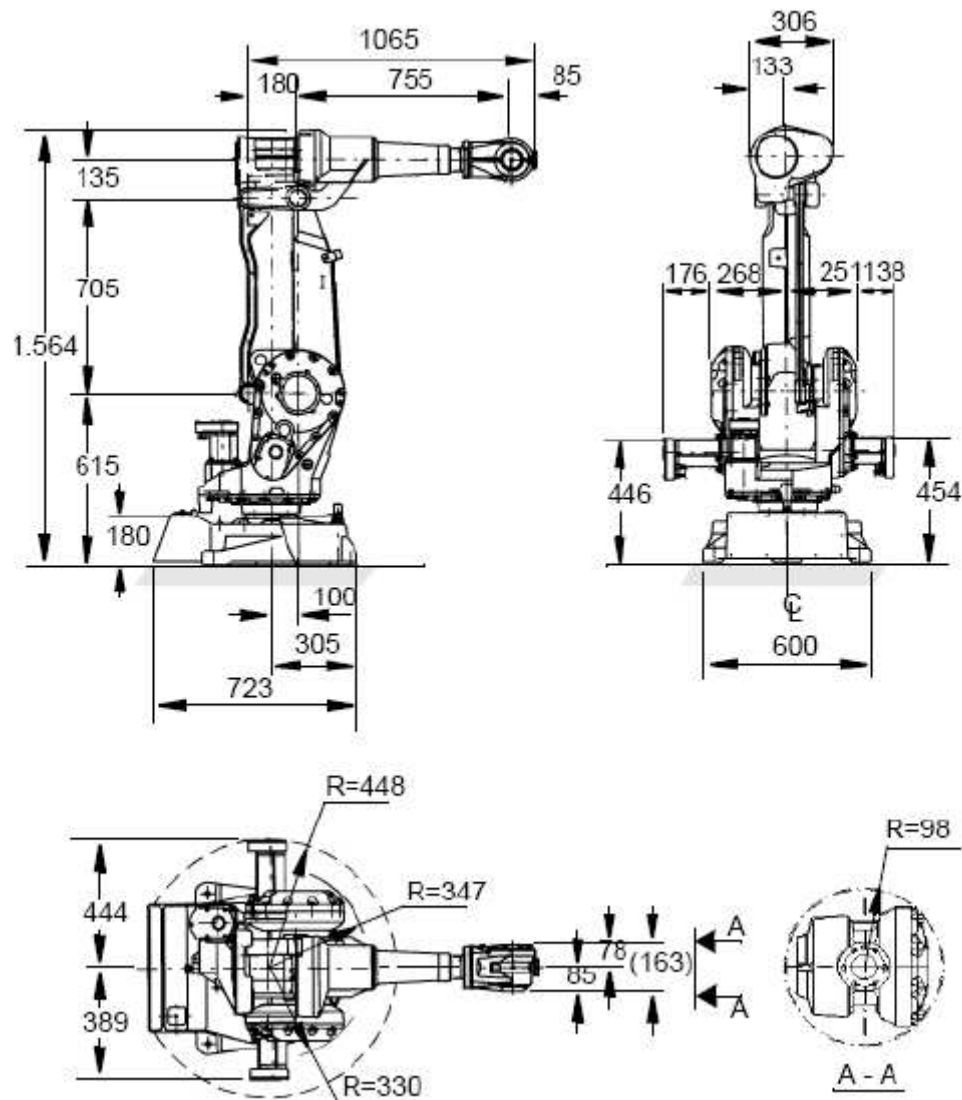


Figura II.2: Dimensiones del robot.

2.1.2 Ubicación e instalación.

El robot constituye el origen central de referencia de la célula de fabricación y en torno a él se disponen el resto de elementos de la estación.

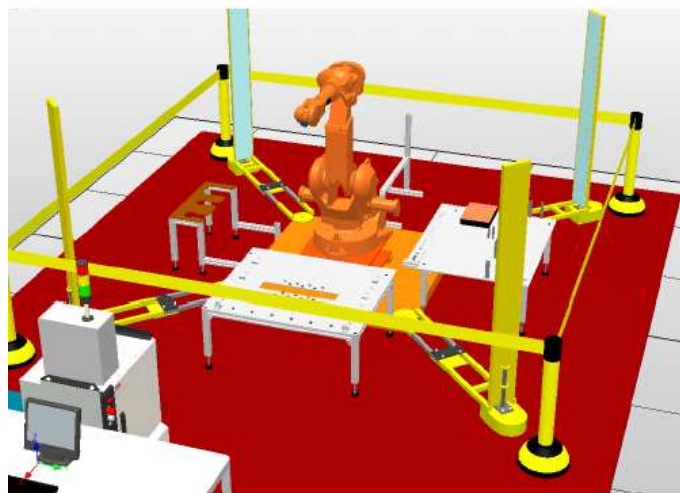


Figura II.3: Disposición del robot en la célula.

El robot se encuentra fijado al suelo por su base mediante los elementos de fijación mostrados en la siguiente figura:

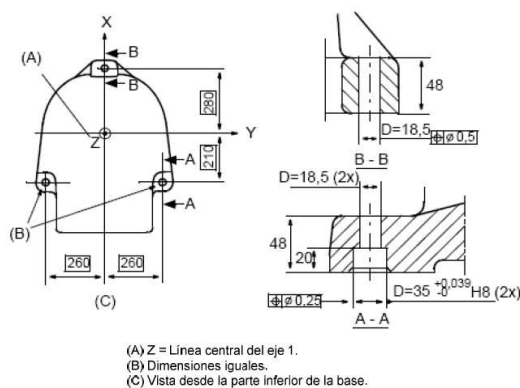


Figura II.4: Elementos de fijación del robot.

2.1.3 Diagrama de carga.

Para el uso efectivo del robot, es importante establecer adecuadamente la información sobre las cargas reales que soportará el robot tales como la herramienta, piezas de trabajo y otros dispositivos montados sobre el robot. Con ello será posible obtener un mayor rendimiento en el movimiento del robot, vibraciones más bajas y tiempos de ciclo más cortos. A su vez se evitará la sobrecarga del robot que puede producir daños en los motores, las cajas reductoras y en la estructura mecánica.

El diagrama de carga representa el máximo peso permitido para el acoplamiento de una carga en la brida de montaje (eje 6) con distintas posiciones del centro de gravedad.

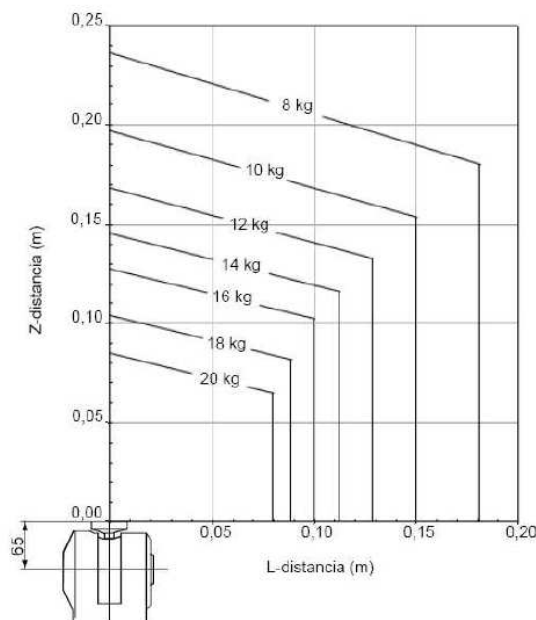


Figura II.5: Diagrama de carga.



En la figura anterior, el eje Z representa la distancia a lo largo del eje perpendicular a la brida del robot desde dicha brida hasta el centro de gravedad, y el eje L corresponde a la distancia en el plano X-Y desde el eje Z hasta el centro de gravedad.

De acuerdo a las especificaciones técnicas para el modelo de robot **IRB2400/16**, el máximo peso del elemento terminal que puede ser fijado a la brida de montaje como carga útil será de 20 Kg. Además, el robot admite una carga supletoria de 2, 10 y 35 Kg para la muñeca, parte trasera y base del robot, respectivamente.

Las cargas reales soportadas por el robot durante el proceso de fabricación serán las mostradas a continuación, estando la carga máxima real soportada por el robot en el intervalo permitido por el fabricante.

SISTEMA CAMBIO DE HERRAMINETA	Plato maestro (2Kg)		
	Plato seguidor (1.3Kg)		
HERRAMIENTA	Pinza 3.7Kg	Garra 3.2Kg	Hmta. Mecanizado 15.2Kg
OTROS	Válvulas, vaucestaos, interruptores, cables, etc. (1 Kg aprox.)		
PIEZAS DE TRABAJO	<1Kg	<1Kg	-
TOTAL CARGA REAL MÁX.	9Kg	8.5Kg	19.5Kg

Tabla II.1: Carga real máxima.

2.1.4 Montaje de equipos auxiliares al robot.

- **Montaje de equipos adicionales.**

El robot cuenta con orificios roscados en el brazo superior y en la base, para el montaje de equipos adicionales. En la siguiente figura, se muestran dichos orificios, así como el peso máximo y las posiciones permitidas del centro de gravedad para cualquier equipo adicional montado en los orificios (dimensiones en mm).

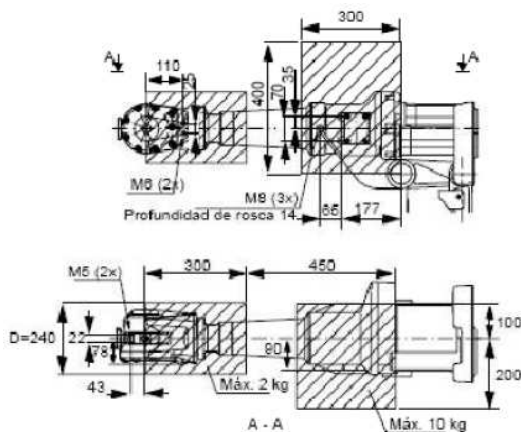


Figura II.6: Montaje de equipos adicionales en el brazo superior del robot.

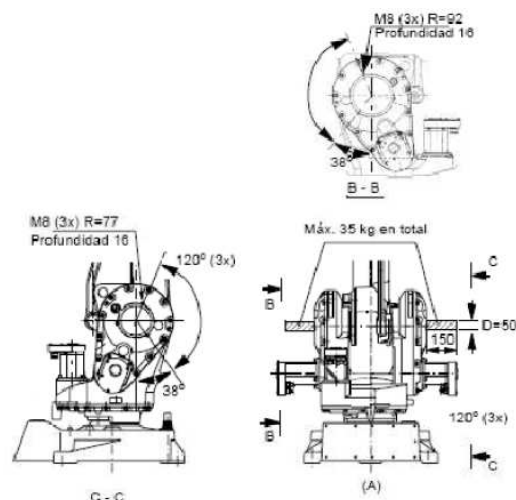


Figura II.7: Montaje de equipos adicionales en la base del robot.

▪ Montaje de herramientas.

La muñeca es el elemento terminal del robot donde va instalada la herramienta con la que trabaja el robot, a través del sistema de acoplo de la herramienta. En la siguiente figura se muestra el sistema de fijación de la muñeca:

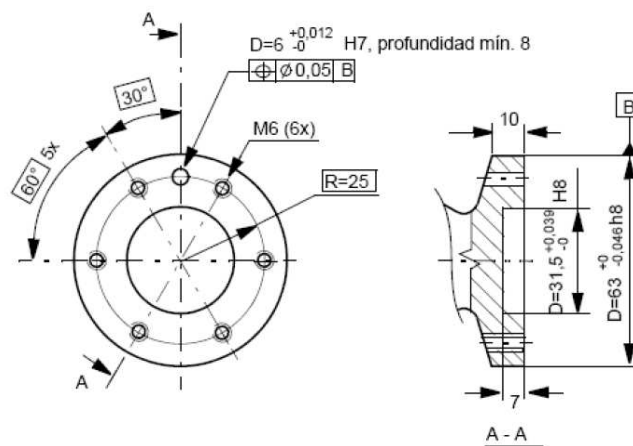


Figura II.8: Sistema de fijación de la muñeca del robot.

La muñeca del robot tiene seis orificios roscados para la fijación de la herramienta, y dos registros de posicionamiento consistentes en una circunferencia interior de 31.5 mm de diámetro y una fija de 6 mm de diámetro. A estos orificios irá fijada la brida de unión del robot con el plato maestro del sistema de cambio de herramienta, y éste a su vez acoplará la herramienta necesaria en cada proceso de fabricación, como se muestra en la siguiente figura:

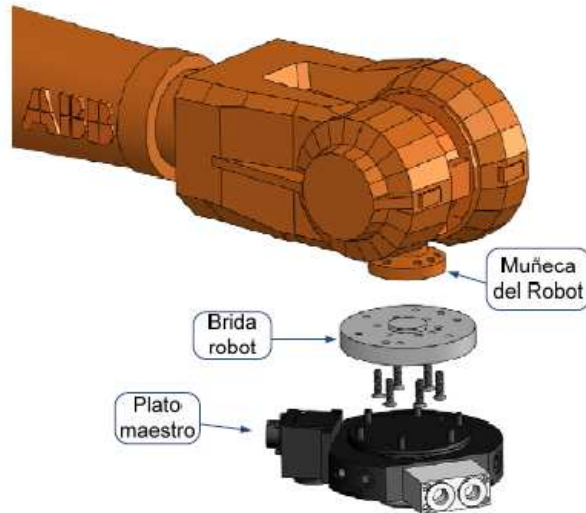


Figura II.9: Elementos fijados en la muñeca del robot.

2.1.5 Movimiento y alcance del robot.

La unidad mecánica del robot cuenta con 3 ejes principales (ejes 1, 2 y 3) y tres ejes secundarios (ejes 4, 5 y 6) que determinan el movimiento, velocidad y rango de giro de acuerdo a la siguiente tabla:

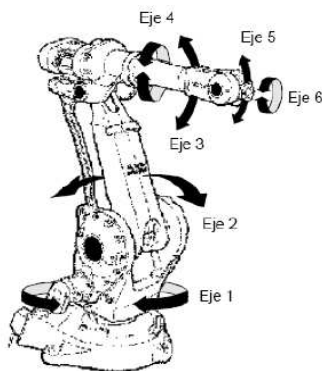


Figura II.10: Ejes del robot.

Eje	Rango de movimiento	Máxima velocidad de giro
1	De +180° a -180°	150°/s
2	De +110° a -100°	150°/s
3	De +65° a -60°	150°/s
4	De +200° a -200° *	360°/s
5	De +120° a -120°	360°/s
6	De +400° a -400° *	450°/s

Tabla II.2: Movimiento del robot.

Estos rangos de giro para cada eje definen un rango de trabajo representada en la siguiente figura:

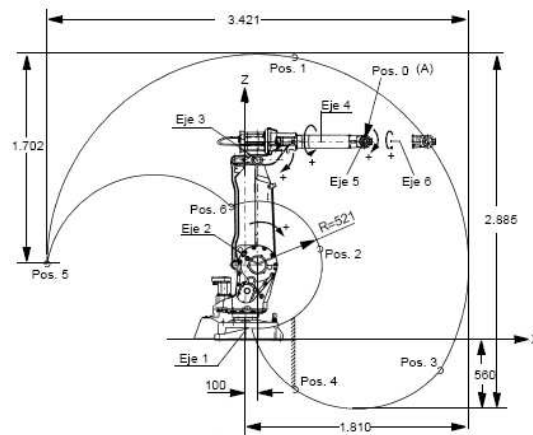


Figura II.11: Alcance del robot.

2.1.6 Mantenimiento.

El robot requiere un mantenimiento mínimo durante su funcionamiento en el que se requieren las siguientes operaciones:

- Una vez al año, cambiar el filtro de la refrigeración de la unidad de accionamiento.
- Cada tres años, sustituir las baterías.
- Cambiar el aceite de la muñeca después del primer año y cada cinco años a partir de entonces.

Los intervalos de mantenimiento dependen del uso del robot. Para obtener información detallada sobre los procedimientos de mantenimiento, consulte la sección de mantenimiento del Manual del producto.

2.2 Controlador IRC5 de ABB.

2.2.1 Generalidades.

El controlador IRC5 es un controlador de robot de ABB de quinta generación, el cual contiene los elementos electrónicos necesarios para controlar el manipulador, los ejes adicionales y los equipos periféricos. Consiste en un único armario de medidas 970x725x710mm y 150 kg de peso.



Figura II.12: Controlador IRC5 de ABB.

El controlador está provisto de los siguientes módulos:

- **Módulo de accionamiento**, que contiene el sistema de accionamiento que proporciona la energía necesaria a los motores.

- **Módulo de control**, que contiene el ordenador, el panel de control, el interruptor de alimentación, las interfaces de comunicación, una tarjeta de entradas y salidas digitales, la conexión para FlexPendant, los puertos de servicio y cierto espacio libre para equipos del usuario. El ordenador cuenta con 4 ranuras PCI para tarjetas de expansión. El controlador también contiene el software de sistema, es decir RobotWareOS, que incluye todas las funciones básicas de manejo y programación (Rapid).

En el panel de control del dispositivo se localizan tanto los mandos de control del IRC5 accesibles por el usuario, como elementos auxiliares de comunicación, temporización, etc.

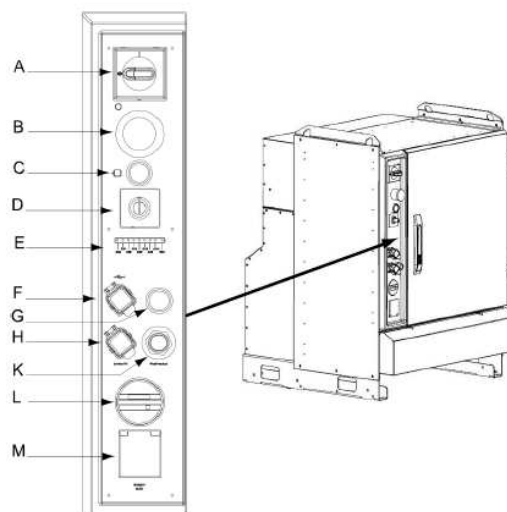


Figura II.13: Panel de control del IRC5.

En la siguiente tabla se muestra una lista de los elementos señalados en la figura anterior:

Elemento	Descripción
A	Interruptor principal de control de la alimentación de los módulos de accionamiento
B	Paro de emergencia. Si está introducido, tire para liberarlo.
C	MOTORES ON
D	Selector de modo de funcionamiento
E	LEDs de la cadena de seguridad (opción)
F	Conexión USB
G	Pulsador de hot plug de FlexPendant (opción)
H	Conexión de PC de servicio
K	Conexión de FlexPendant
L	Contador de tiempo de funcionamiento (opción)
M	Toma de servicio 115/230 V, 200 W (opción)

Tabla II.3: mandos del panel de control del IRC5.

Motores ON: luz blanca que nos indica el estado de los motores. Si está encendida permanentemente, quiere decir que está listo para la ejecución de programas. Si parpadea quiere decir que se ha activado uno de los paros de protección, el robot no está calibrado o los contarrevoluciones no están actualizados.

Modo de funcionamiento: mediante un interruptor con llave, es posible poner el robot en tres modos de funcionamiento distintos:

- **Modo manual a velocidad reducida:** Programación y configuración. Velocidad máxima 250mm/s. Este modo de funcionamiento se emplea cuando se está programando el robot, creando puntos y trayectorias, para lo cual puede ser necesaria la presencia del operario cerca del robot.



- **Modo manual a máxima velocidad:** comprobación a velocidad máxima del programa. Una vez verificado el correcto funcionamiento del programa, se debe realizar una última prueba a la velocidad real del programa.



- **Modo automático:** Producción en funcionamiento. Una vez superada la prueba del modo manual a máxima velocidad, el robot está preparado para funcionar autónomamente en el modo automático.



Conexión de PC de servicio: mediante este conector Ethernet es posible conectar el IRC5 a un PC mediante la herramienta Robotstudio Online.

Conexión USB: mediante este conector es posible cargar programas en el controlador a través de una memoria extraíble.

2.2.2 Estructura interna del controlador.

El interior de la cabina del controlador IRC5 contiene los módulos de control y de accionamiento, provistos con los dispositivos electrónicos y la circuitería necesaria para el correcto funcionamiento del robot, tales como unidades de accionamiento, servomotores, transformadores, rectificadores, condensadores, fuentes de alimentación, módulos de entradas y salidas, de bus, etc. Dichos elementos se disponen en la cabina de la siguiente manera,

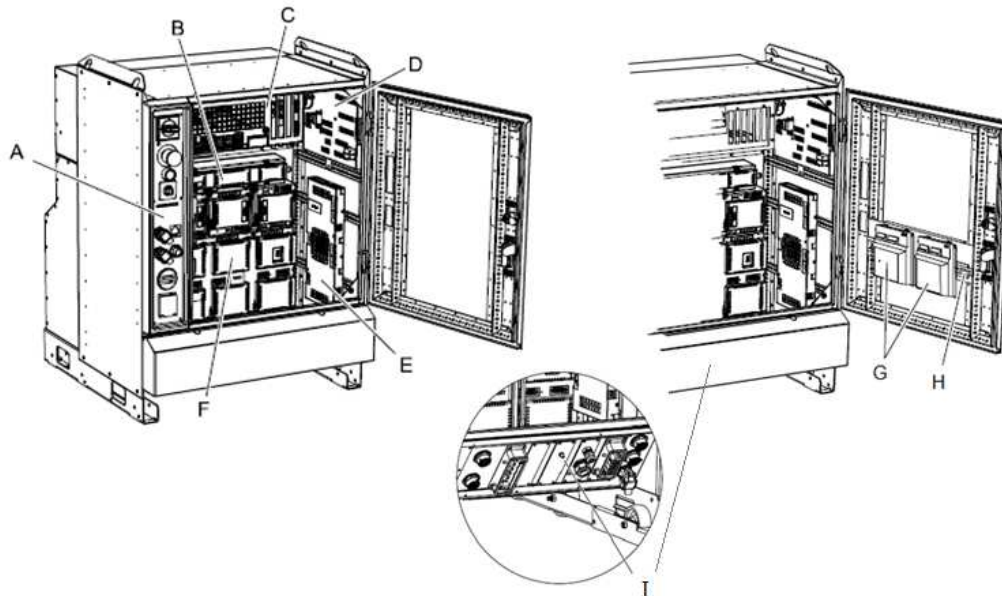


Figura II.14: Estructura interna del IRC5.

En la siguiente tabla se muestran los elementos más característicos señalados en la figura anterior:

Elemento	Descripción
A	Panel de Control
B	Condensador
C	Unidad de ordenadores
D	Unidad de panel
E	Ordenador de ejes
F	Sistema de accionamiento (Unidades de accionamiento y rectificador)
G	Unidades de I/O
H	Rail de montaje
I	Módulo de conexiones y alimentación principal

Tabla II.4: Estructura interna del IRC5.

Por su implicación directa en la realización de este proyecto cabe destacar, de entre todos los módulos y dispositivos del armario de control IRC5, el módulo de entradas y salidas digitales (G) y el módulo de conexiones y alimentación principal (I), por lo que se desarrollarán a continuación.

2.2.2.1 Módulo I/O digital.

El módulo I/O es el **DSQC 652** de ABB. Consta de 5 conectores y las conexiones se realizarán mediante las clemas del conector.

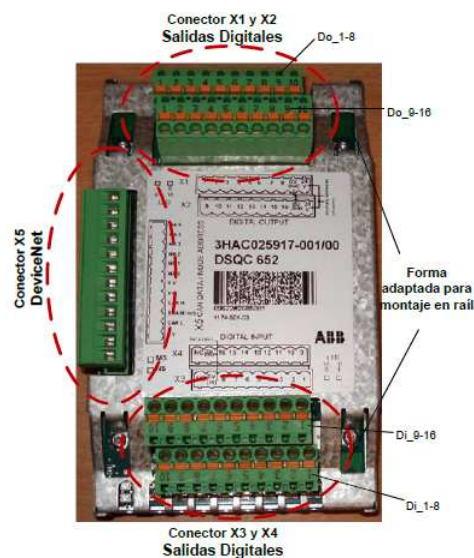


Figura II.15: Módulo I/O digital.

- Conector X1 y X2: conectores para las salidas digitales que se utilizan en la célula. Se usan todas las señales, de la 1-8 de X1 y de la 1-8 de X2. En total se proporcionan 16 señales digitales de salida. En los dos conectores se conecta por defecto 10 a +24VDC y 9 a 0VDC.

- Conector X3 y X4: conectores para las entradas digitales que se utilizan en la célula. La conexión es la misma que para X1 y X2.
- Conector X5: encargado de la conexión lógica del módulo I/O al bus de campo DeviceNet y a su vez, de la conexión del módulo I/O con la CPU del IRC5. Este conector se debe a que el IRC5 incluye una tarjeta PCI certificada por ABB que hace posible montar las unidades de E/S dentro del armario o fuera de él, usando un cable o bus para conectar la unidad de E/S al armario, ya sea mediante la opción DeviceNet o Profibus DP. En este caso se usa la opción DeviceNet, dentro de la cual ABB suministra una unidad de E/S digital de 24 VCC y que proporciona 16 entradas y 16 salidas. El límite de corriente que proporciona este módulo es de 8 A.

La célula de fabricación flexible robotizada cuenta con la instalación, cableado y distribución de sus entradas y salidas digitales, a través de los conectores anteriores, de acuerdo a lo indicado en las tablas siguientes:

ENTRADAS DIGITALES DEL MÓDULO E/S				
SALIDA	COLOR CABLE	Activación (ON/OFF)	Conexión	FUNCIÓN
DI_1	Negro	1/0	Vident_1	Detección Herramienta
DI_2	Rojo	1/0	Vident_2	

Tabla II.5: Distribución entradas digitales.

SALIDAS DIGITALES DEL MÓDULO E/S				
SALIDA	COLOR CABLE	Activación (ON/OFF)	Conexión	FUNCION
DO_1	Azul	1/0	V1	Acoplo/Desacoplo Herramienta
DO_2	Amarillo	1/0	V2	Vacio/Soplar Garra
DO_3	Verde	1/0	V3	Abrir/Cerrar Pinza
DO_4	Gris	1/0	V4	Soplar/Vacio
DO_5	Verde	1/0	V5	Área Almacén
DO_6	Rojo	1/0	V6	Soplar/Vacio
DO_7	Rosa	1/0	V7	Área Trabajo
DO_8	Blanco-Rojo	1/0	V8	Activar/Desactivar Motor
DO_9	Azul	1/0	GO_1-6	Velocidad Motor 6 bits de resolución 0-63 bin → 0-10 v bit + significativo: 14
DO_10	Rojo	1/0		
DO_11	Rosa	1/0		
DO_12	Morado	1/0		
DO_13	Verde	1/0		
DO_14	Negro	1/0		
DO_15	Blanco-Negro	1/0	V9	Activar/Desactivar Controlador Motor
DO_16	Marrón-Rosa	1/0	V10	Activar/Desactivar Sistema de Refrigeración

Tabla II.6: Distribución salidas digitales.

Nótese que para la realización de este proyecto, como se irá explicando más adelante, será de importante relevancia la señal digital de salida del robot (DO_1) vinculada al mecanismo de acoplo y desacoplo de la herramienta.

2.2.2.2 Alimentación del sistema robótico.

La conexión de alimentación principal al robot será mediante cable trifásico (200-600V, 50-60Hz). El controlador integra distintos transformadores a fin de repartir la tensión necesaria a cada dispositivo del mismo.

2.2.3 FlexPendant.

El FlexPendant es el elemento encargado de comunicar al hombre con la máquina y viceversa. Consiste en un mando, con una pantalla táctil y distintos botones con los que poder programar, configurar, e incluso monitorizar el estado del robot.



Figura II.16: FlexPendant.

En la siguiente tabla se muestran la lista de los elementos indicados en la figura anterior:

Elemento	Descripción
A	Pantalla táctil
B	Teclas definidas por el usuario
C	Pulsador de paro de emergencia
D	Joystick
E	Teclas de ejecución de programas
F	Dispositivo de habilitación

Tabla II.7: Mandos del FlexPendant.



(A) Pantalla táctil:

Pantalla táctil en color de 7,5 pulgadas que muestra textos e información gráfica. Permite tener abiertas varias ventanas a la vez. En muchas vistas es posible ampliar y reducir la imagen. Muchas propiedades de la pantalla pueden ser configuradas por el usuario para conseguir un aspecto y una funcionalidad personalizados. Con posibilidad de invertir la pantalla y las direcciones del joystick para hacer que sea adecuado para usuarios zurdos.

(B) Teclas definidas por el usuario:

Cuatro teclas definidas por el usuario que pueden configurarse para activar o restablecer una salida (por ejemplo para abrir o cerrar una pinza).

(C) Pulsador de paro de emergencia:

Cuando se presiona este botón, el robot se detiene inmediatamente.

(D) Joystick:

El joystick tridimensional se utiliza para mover el robot manualmente, por ejemplo durante los trabajos de programación. El usuario puede determinar la velocidad de este movimiento. Una inclinación pronunciada del joystick hace que el robot se mueva rápidamente. Una inclinación más leve hará que se mueva más lentamente.

(E) Teclas de ejecución de programas:

Teclas para iniciar y detener programas y ejecutarlos paso a paso hacia delante o hacia atrás.



(F) Dispositivo de habilitación:

Durante el modo manual, un pulsador situado en la parte trasera del mando que, si esta presionado hasta la mitad de su recorrido, pone el sistema en el modo MOTORES ON. Cuando se libera el dispositivo de habilitación o si es pulsado totalmente, el robot pasara al estado MOTORES OFF.

2.3 Herramientas del proceso de producción.

Al tratarse de una célula flexible capaz de desarrollar distintos procesos, es preciso que el robot disponga de una herramienta específica según la tarea que deba desarrollar durante el proceso de fabricación.

2.3.1 Pinza mecánica.

La pinza mecánica está diseñada para los procesos de ensamblaje y manipulación de material que realiza el robot, mediante la presión neumática obtenida de un cilindro de doble efecto alojado en el interior del cuerpo y ejercida sobre el material.

La estructura de la pinza está formada básicamente por un cuerpo, que actúa de bastidor y da cabida al cilindro de doble efecto alojado en su interior, y los elementos efectores, encargados del agarre por la fuerza aprensiva sobre el objeto.

A continuación se describen las principales características de esta herramienta.

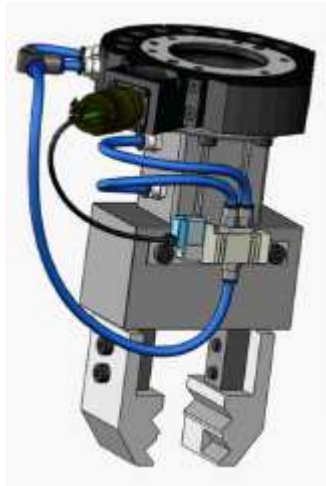


Figura II.17: Pinza mecánica.

Funcionamiento	Doble efecto
Fluido de trabajo	Aire comprimido
Presión de trabajo	0.1 a 0.6 MPa
Temperatura de trabajo	-10 a 60 °C
Repetitividad	±0.02 mm
Frecuencia máxima	60 ciclos por minuto
Lubricación	no necesaria
Diámetro	40 mm
Carrera apertura/cierre	28 mm
Fuerza de presión	247 N
Peso	1940 g

Tabla II.8: Pinza mecánica.

2.3.2 Garra neumática.

La garra neumática es la herramienta encargada de la manipulación de piezas o materiales mediante vacío. Está compuesta, principalmente, por cuatro bombas de succión y 4 ventosas. Las bombas de succión son lo encargados de producir el vacío necesario para que las ventosas absorban el material.

Seguidamente se detallan las principales características de esta herramienta.

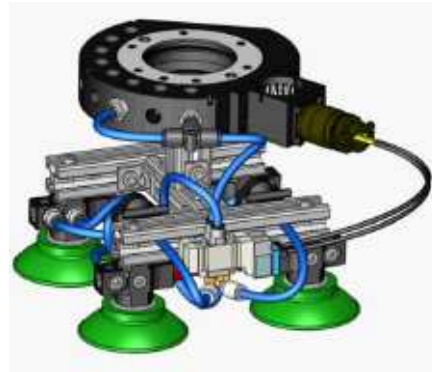


Figura II.18: Garra neumática.

Descripción	Unidad	Valor
Presión de alimentación máxima	Mpa	0.7
Nivel de ruido	dBA	65-74
Temperatura de trabajo	°C	10-50
Peso	g	111-113
Material		PP, PA, NBR, AL, SS, PU

Tabla II.9: Garra neumática.

2.3.3 Herramienta de mecanizado.

Se trata de una herramienta flexible que permite realizar distintos trabajos conforme a la punta que se le ajuste.

La estructura de este útil está compuesta por un servomotor encargado de ejercer un par sobre la punta, un controlador analógico para el servomotor, un sensor de fuerza que permite controlar la fuerza con la que trabaja la punta, y un sistema de refrigeración que protege al motor de soportar calentamientos que reducen la vida útil del mismo.

A continuación se muestra la herramienta de mecanizado junto con las características más relevantes de los elementos que la componen.

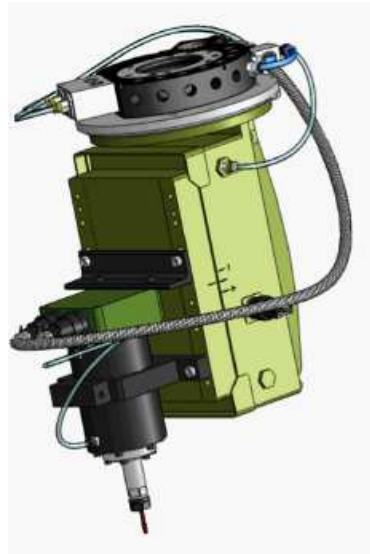


Figura II.19: Herramienta de mecanizado.

Elemento	Descripción	Unidad	Valor
Servo Motor SM3002	Potencia	KW	1.5
	Velocidad máxima	rpm	30.000
	Rango de velocidad	rpm	60-30.000
	Resolución de velocidad	—	±5%
	Peso	Kg	3
	Par	Nm	1.7
	Boquillas	mm	0.5-7
Controlador B30A40AC	Controlador analógico mediante señales PWM	—	—
	Máxima corriente de pico de entrada	A	30
	Máxima corriente continua de salida	A	15
	Tensión de alimentación	VAC	45-270
Sensor de Fuerza AFD71	Peso	Kg	7.7
	Carga útil máxima	Kg	23
	Máxima fuerza aplicable	N	222
	Resolución de fuerza	N/bar	45.2
	Presión máxima	bar	5.5
Sistema Refrigeración	Agua pura destilada como refrigerante	—	—
	Suministro continuo y sin fugas	—	—

Tabla II.10: Herramienta de mecanizado.



2.4 Sistema de cambio automático de la herramienta.

2.4.1 Descripción.

El sistema automático de cambio de herramienta permite acoplar la herramienta necesaria en cada proceso a la muñeca del robot, dando así flexibilidad al proceso.

Los principales elementos de este sistema son:

- Plato maestro, fijado a la muñeca del robot.
- Plato herramienta. Cada herramienta mencionada anteriormente irá fijada a su plato de herramienta correspondiente.

A fin de garantizar la correcta fijación entre dichos elementos, existen los siguientes interfaces de acoplamiento:

- RIP (Robot Interface Plate) para fijar el robot al plato maestro.
- TIP (Tool Interface Plate) para fijar el plato de herramienta a cada herramienta.

En la siguiente figura se muestra un esquema completo del sistema:

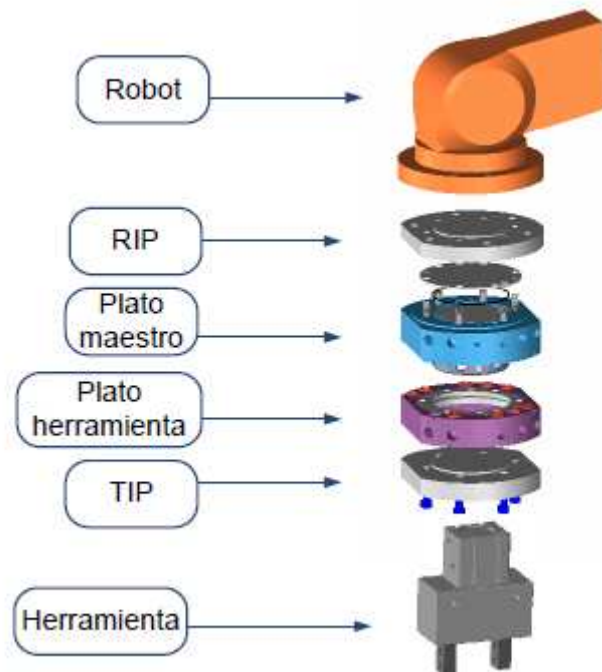


Figura II.20: Sistema cambio herramienta.

El sistema de cambio de herramienta permite el paso de señales neumáticas del plato maestro al plato de herramienta, así como señales hidráulicas y eléctricas.

El robot está programado para que seleccione la herramienta a utilizar acoplando el plato maestro con el plato de herramienta correspondiente, como se explica posteriormente en el circuito de identificación de herramienta.

2.4.2 Elementos del sistema de cambio de herramienta.

2.4.2.1 Cuerpo del plato maestro y seguidor.

El cuerpo es el elemento principal de cada plato. Algunas de las características más importantes se resumen en el siguiente cuadro:

Propiedad	Valor	Comentario
Dureza	58 Rc.	Componentes de acero inoxidable
Carga máxima	79 kg	Elevadas cargas son posibles con menores momentos
Fuerza de bloqueo (a 6 bar)	8075 N	En caso de elevadas fuerzas de tracción, el sistema cae en la posición de auto bloqueo
Repetitividad de la posición	0.015 mm	Probado en 1 millón de ciclos
Peso	3.1 kg	1.8 kg plato maestro y 1.3 kg plato herramienta
Transmisiones neumáticas	8 x G1/4"	Máximo 7 bar
Máxima distancia en el bloqueo	5 mm	Separación máxima de cierre sin contacto (ver diagrama de offset)
Máximo offset en XY permitido	± 2 mm	Máximo desplazamiento en el plano XY durante el cierre (ver diagrama de offset)
Máximo ángulo de offset permitido en Z	$\pm 1^\circ$	Máximo ángulo de desfase en el eje Z durante el cierre (ver diagrama de offset)
Máximo ángulo de offset permitido en XY	$\pm 0.6^\circ$	Máximo ángulo de desfase en el eje X e Y durante el cierre (ver diagrama de offset)

Tabla II.11: Características de los platos maestro y seguidor.

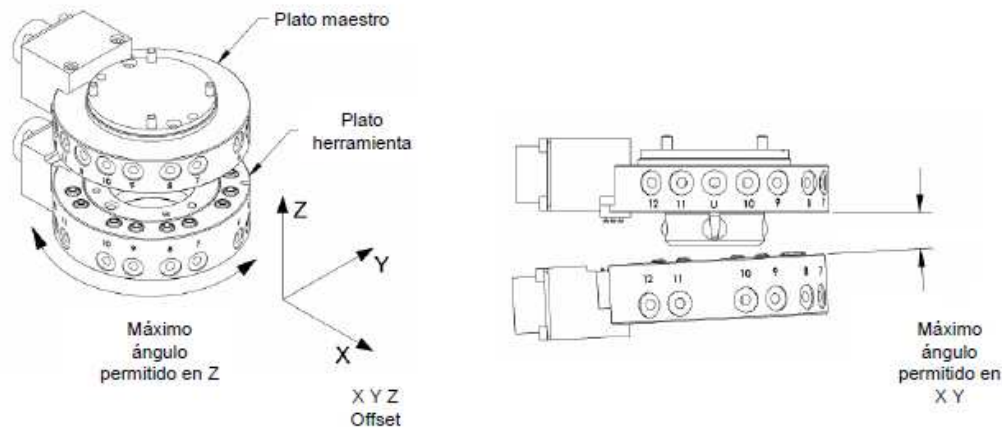


Figura II.21: Platos maestro y seguidor.

2.4.2.2 Conector eléctrico.

Conector empleado para pasar las señales eléctricas necesarias a las herramientas. Consta de dos elementos, uno acoplado al plato maestro y otro al plato herramienta. Tiene un total de diecinueve pines distribuidos por un conector circular como se observa en la siguiente figura:

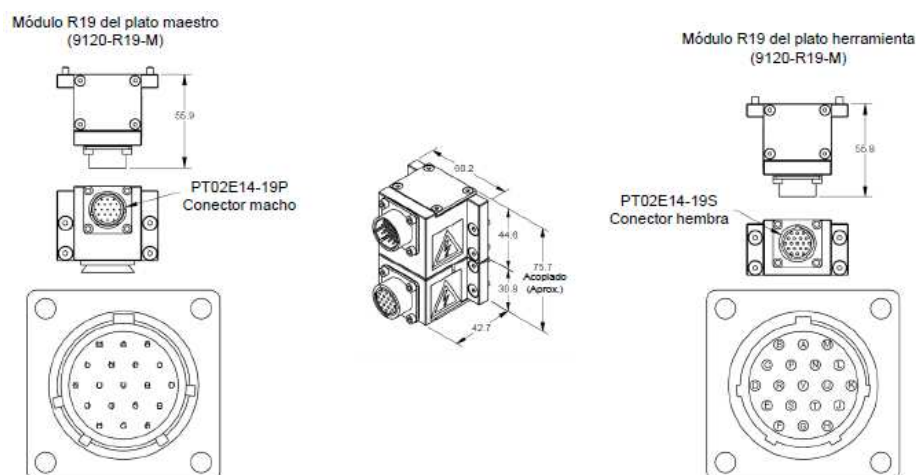


Figura II.22: Conector eléctrico.

2.4.2.3 Conector hidráulico.

Conector empleado para el paso de refrigerante a la herramienta de mecanizado. Consta de dos elementos, uno acoplado al plato maestro y otro al plato de la herramienta.

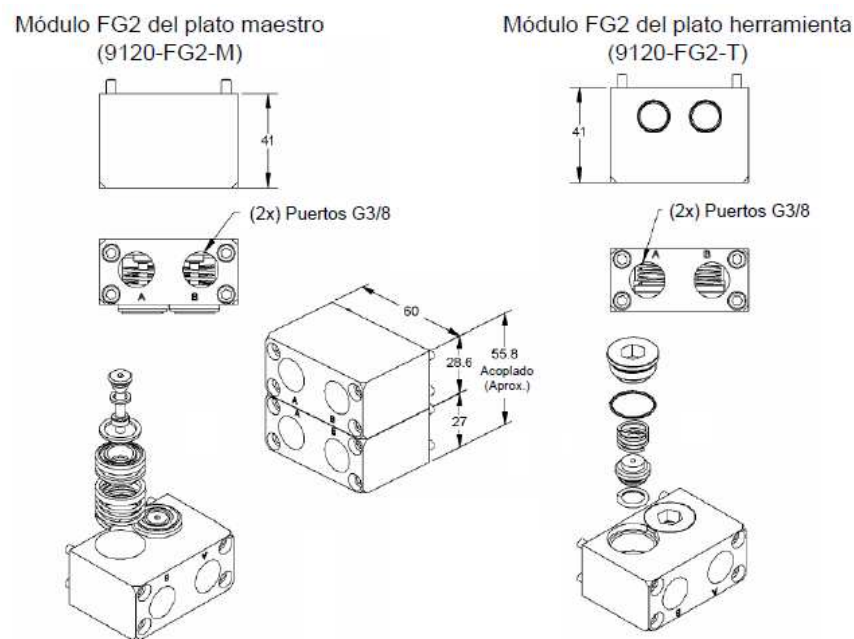


Figura II.23: Conector hidráulico.

2.4.2.4 Válvulas y conectores del cierre neumático.

Para cerrar el sistema de cambio de herramienta debe suministrarse aire a la cámara de cierre, mientras que para desacoplarlo hay que suministrar aire a la cámara de apertura. Dichas cámaras del cilindro son accesibles por medio de los puertos lock y unlock respectivamente.

- **Requerimientos del aire:** Para un correcto funcionamiento del cambio de herramienta se debe proporcionar al plato maestro aire limpio, no lubricado, entre 4.5 y 6.9 bares, y filtrado a 20 micras.
- **Requerimientos de las válvulas y conexiones:** actualmente es usado un dispositivo de 5 vías y dos posiciones para controlar el mecanismo de cierre del cambio de herramienta. De esta forma, mientras se suministra aire por un puerto, el otro debe ser abierto a la atmósfera.

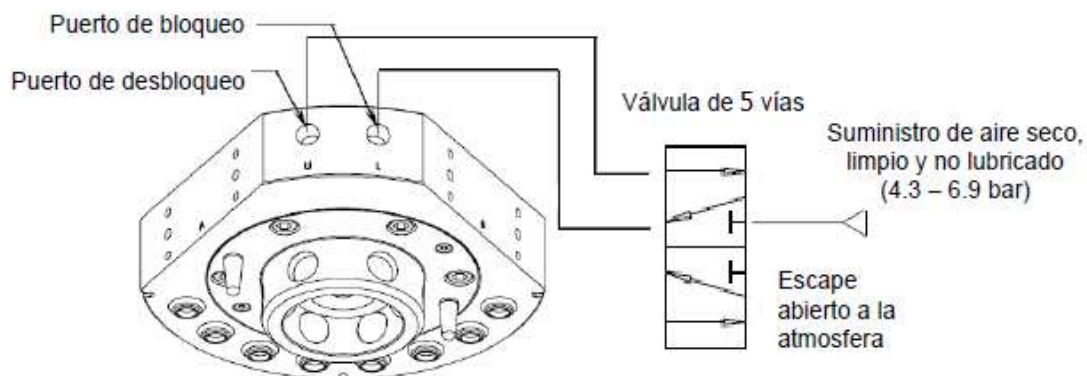


Figura II.24: Control cierre neumático.

La válvula utilizada es de la marca SMC con 5 vías y 2 posiciones accionadas y atiende a las siguientes características técnicas:

Atributo	Valor
	EVZ5000
Presion de funcionamiento (bar)	1.5-7
Tiempo de respuesta (ms)	20
Frecuencia máxima de operación (Hz)	10
Voltaje de solenoide (V_{dc})	24
Consumo (W)	1.8
Peso (g)	120

Tabla II.12: Válvula neumática.

2.4.2.5 Estantería de herramientas.

Mientras las herramientas no estén siendo utilizadas por el robot se encuentran reposando sobre la estantería de herramientas. Cada herramienta es colgada verticalmente en la estantería de modo que la gravedad ayude a desacoplar el sistema. El acoplo se produce con el plato maestro en la zona de cierre sin contacto con el plato de la herramienta, ya que el plato maestro coloca el plato herramienta en la posición adecuada gracias a la flotación permitida por la estantería.

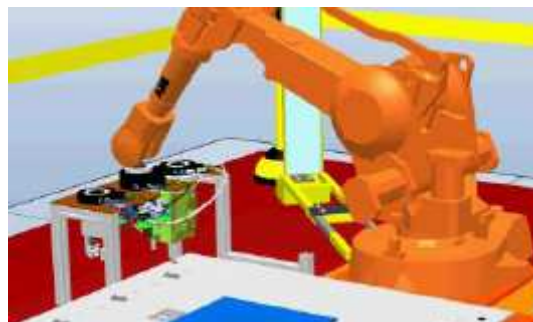


Figura II.25: Estantería de herramientas.

2.4.3 Circuito de identificación de herramienta.

Este circuito detecta si hay una herramienta acoplada y en el caso de ser detectada, identifica cual de las tres es. La identificación se realiza neumáticamente por medio de dos interruptores de presión accionados por cada herramienta de manera diferente.

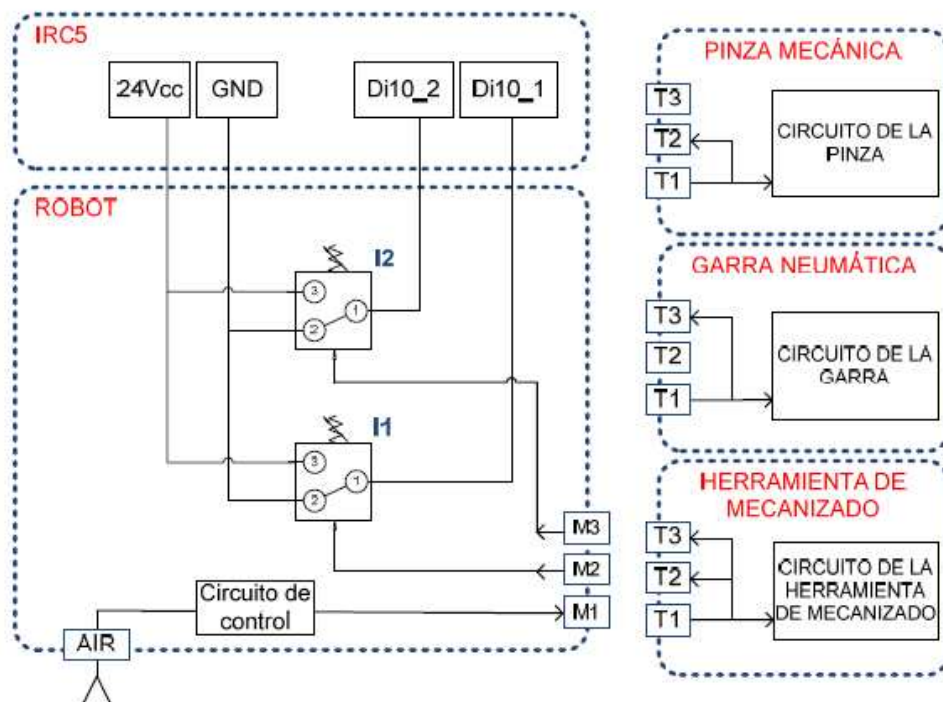


Figura II.26: Circuito identificación de herramienta.

Correspondiendo los siguientes términos del circuito con los siguientes elementos:

- I1, I2: Interruptores de presión.
- Di10_1, Di10_2: Entradas digitales del robot.
- M1, M2, M3: Conectores neumáticos del plato maestro.
- T1, T2, T3: Conectores neumáticos de los platos de herramienta.

Cuando una herramienta está acoplada al robot, los conectores neumáticos M1, M2 y M3 se conectan a T1, T2 y T3 respectivamente. Por el conector M1-T1 se suministra aire al circuito de la herramienta. Los interruptores de presión están configurados de tal manera que si no detectan presión, conectan la entrada digital correspondiente del robot a tierra (0 lógico). De lo contrario, si detectan presión, se conectan a 24Vcc (1 lógico). Cada herramienta realimenta de manera diferente el aire por los conectores T2 y T3, actuando de distinta manera sobre los interruptores y por tanto, sobre las entradas. De esta manera, la pinza realimenta la señal por T2, la garra realimenta por T3 y la herramienta de mecanizado realimenta por T2 y T3.

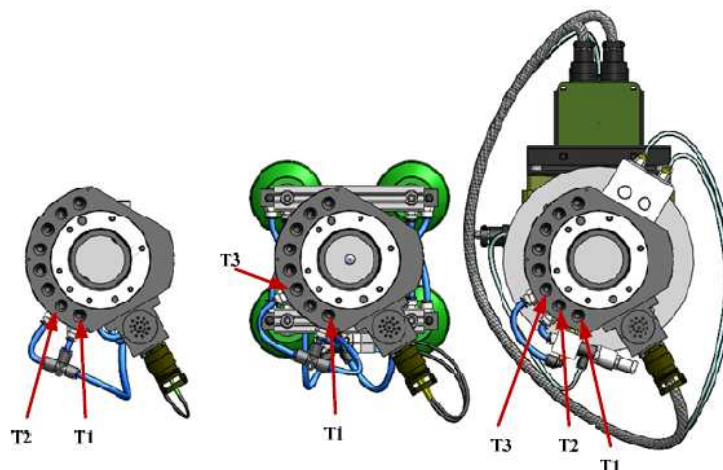


Figura II.27: Identificación de herramienta.

Por tanto, el código de identificación de la herramienta será el que se muestra a continuación,

Entradas digitales		Herramienta acoplada
Di10_2	Di10_1	
0	0	Ninguna
0	1	Pinza mecánica
1	0	Garra neumática
1	1	Herramienta de mecanizado

Tabla II.13: Código de identificación de herramienta.

2.4.4 Mecanismo de acoplo y desacoplo de la herramienta.

2.4.4.1 Descripción.

El acoplamiento entre el plato maestro y el plato herramienta se consigue a través de un mecanismo patentado de alta resistencia de acero inoxidable. El mecanismo, situado en el plato maestro, consiste en un cilindro de doble efecto que empuja, mediante un vástago, unas bolas que atrapan al plato de la herramienta.

- **Paso 1:** cuando el plato maestro es situado encima del plato herramienta con una separación entre ambos menor a la separación máxima de cierre sin contacto. Es en este momento en el sistema está preparado para acoplarse, estando en contacto la bola con la primera superficie cónica del vástago.

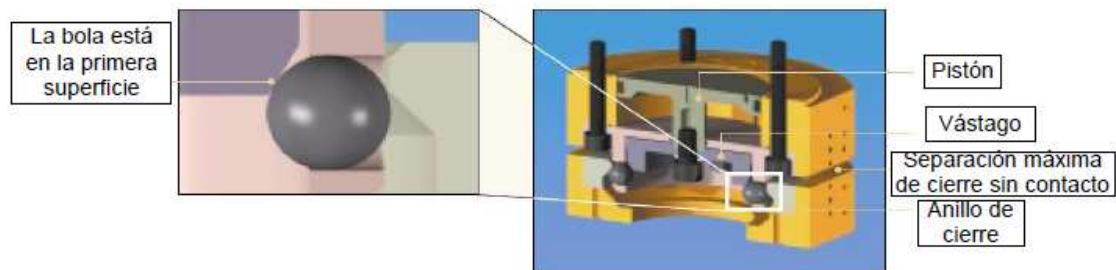


Figura II.28: Sistema de acople (Paso 1).

- **Paso 2:** Si se suministra aire a la cámara de cierre del sistema del cilindro, el pistón y el vástago son empujados hacia abajo. Éste último, mediante su primera superficie cónica desplaza las bolas hacia el exterior, dejándolas atrapadas entre la segunda superficie y el anillo de cierre perteneciente al plato herramienta. De esta manera quedan acoplados los dos platos que constituyen el sistema de cambio de herramienta.

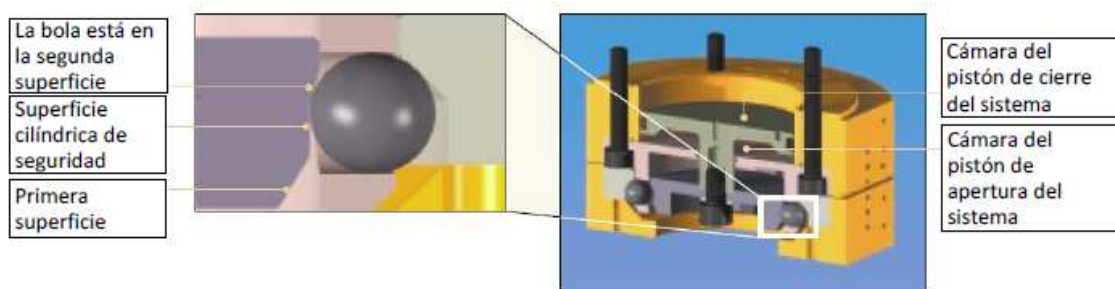


Figura II.29: Sistema de acople (Paso 2).

- **Sistema de seguridad:** en caso de fallo en el sistema que suministra el aire, gracias a la superficie cilíndrica de seguridad, el vástago no se moverá a no ser que se aplique aire a presión en la cámara de apertura,

de esta manera se evita que la herramienta se caiga de forma accidental.

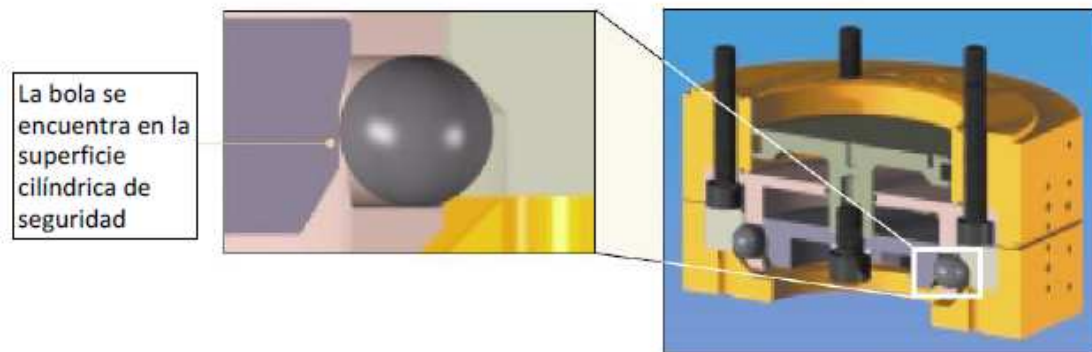


Figura II.30: Sistema de seguridad.

La secuencia de desacople del sistema es similar a la de acople, solo que en este caso el aire debe de ser suministrado a la cámara de apertura del sistema, liberando las bolas y permitiendo la separación entre ambos platos.

2.4.4.2 Circuito de acoplo y desacoplo.

Circuito encargado de actuar sobre el mecanismo que acopla y desacopla la herramienta de robot. Dicho mecanismo está basado en un cilindro neumático de doble efecto alojado en el plato maestro y controlado por una señal digital de robot a través de una electroválvula.

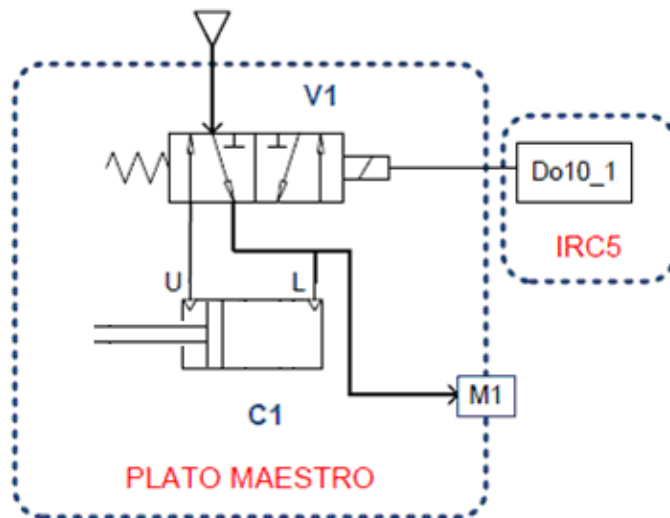


Figura II.31: Circuito de acople.

- V1: Válvula 5/2 con accionamiento eléctrico.
- C1: Cilindro de doble efecto del mecanismo de cambio de herramienta.
- Do10_1: Señal digital del robot.
- M1: Conector de suministro de aire a las herramientas.

Mediante la señal digital Do10_1 de robot se controla el cilindro C1. Si la señal vale "1" el aire entra en el conector U (unlock), haciendo retroceder el vástago desacoplando la herramienta. Si vale "0", el aire pasa al conector L (lock) del cilindro, haciendo avanzar el vástago acoplando la herramienta. Además, cuando se suministra aire por el conector L, también se suministra aire por el conector M1 que suministra aire a la herramienta acoplada e influye en el circuito de identificación de la herramienta visto anteriormente. De esta manera, cuando el robot no tenga ninguna herramienta acoplada no está perdiendo aire. El conector M1 es uno de los ocho conectores neumáticos con los que cuenta el sistema de cambio de herramienta.

2.5 Circuito neumático completo del sistema robótico.

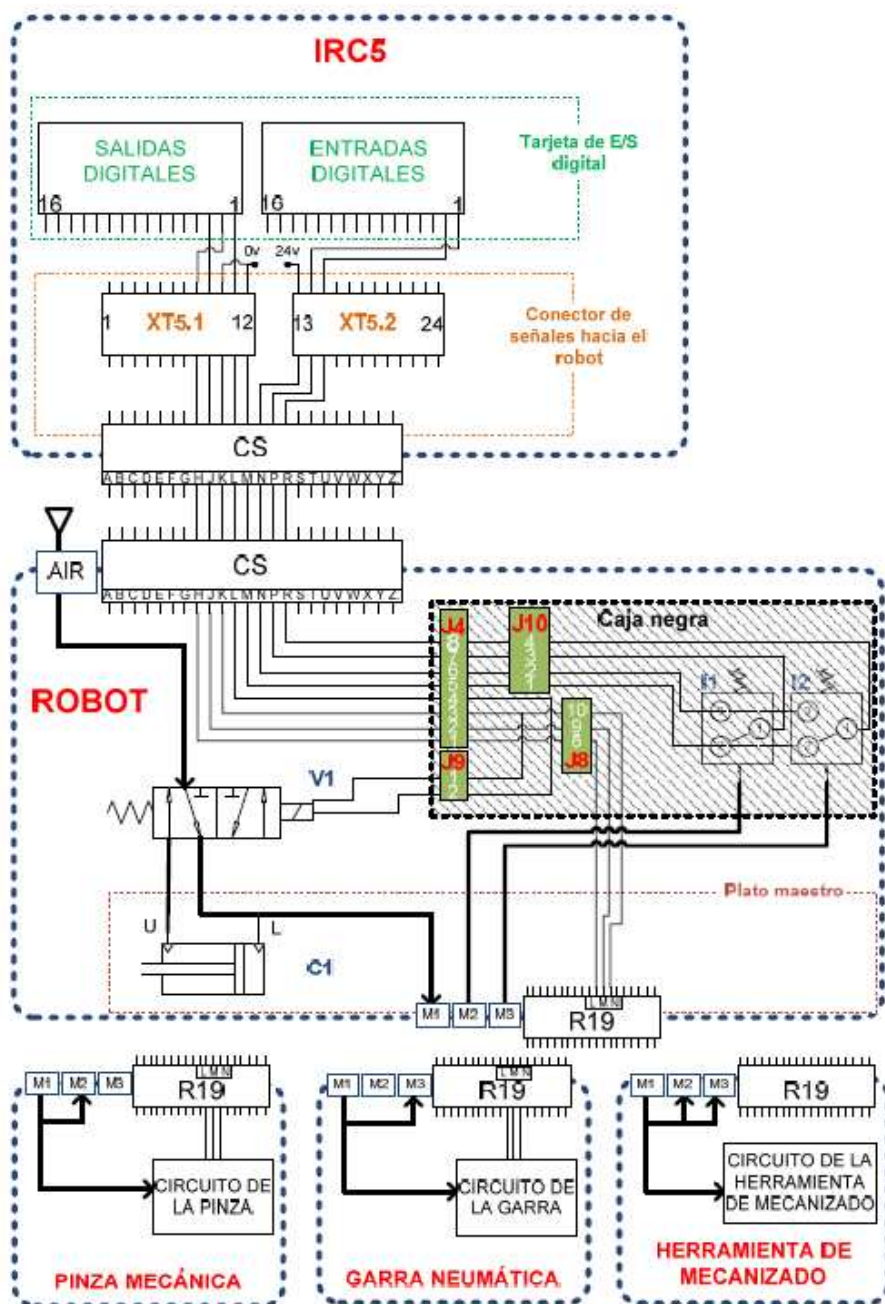


Figura II.32: Circuito neumático completo.

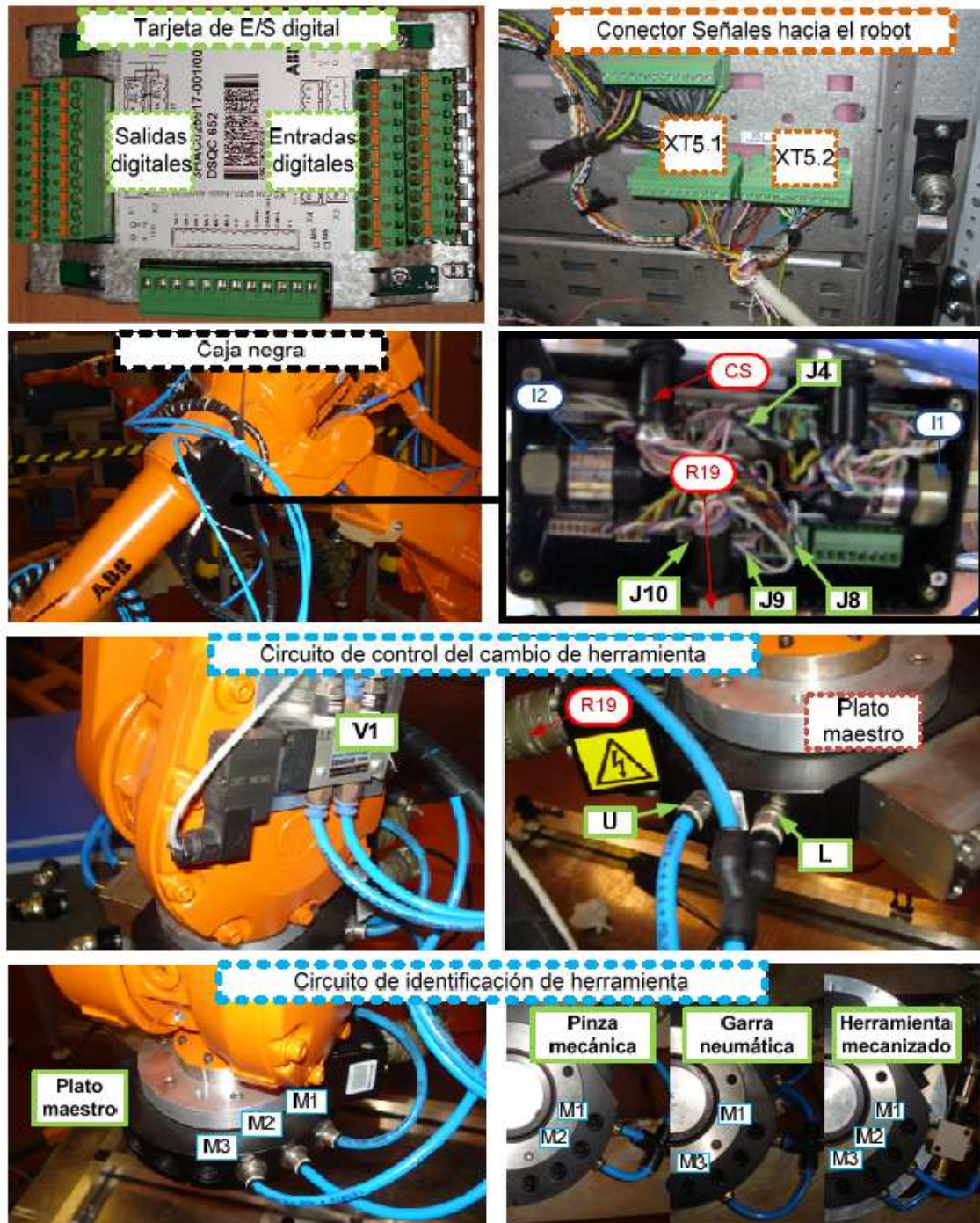


Figura II.33: Elementos del circuito neumático.

2.6 Suministro de aire de la célula.

La red de aire comprimido de la Universidad Carlos III proporciona aire seco, no lubricado, con una presión mínima de 10 bares. Mediante un regulador se dispone de 5 bares de suministro para el correcto funcionamiento de todos los elementos neumáticos.

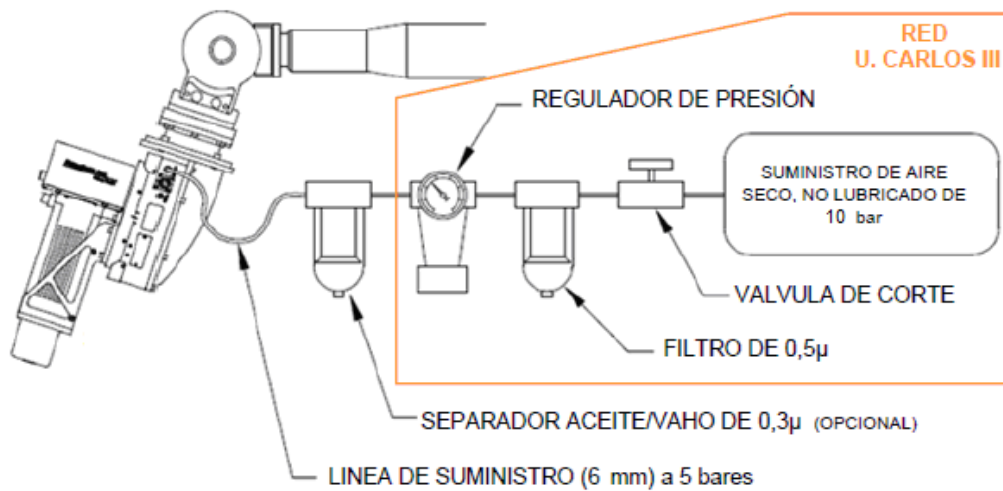


Figura II.34: Suministro de aire de la célula.

2.7 Suministro eléctrico de la célula.

La célula de fabricación flexible dispone de dispositivos que demandan un suministro de tensión elevada y de tipo alterna (220 VAC) y por tanto se hace un uso regulado de la corriente de servicio de la red general. Para cubrir las exigencias de control y seguridad existe un sistema de interruptores automáticos (Merlin-Gerin C60N de 10 A y Siemens 5-SX1 de 4 A) entre la red

eléctrica general y las líneas de alimentación propias. Con ello se consiguen dos sistemas de dos fases útiles cada uno y una toma de tierra común.

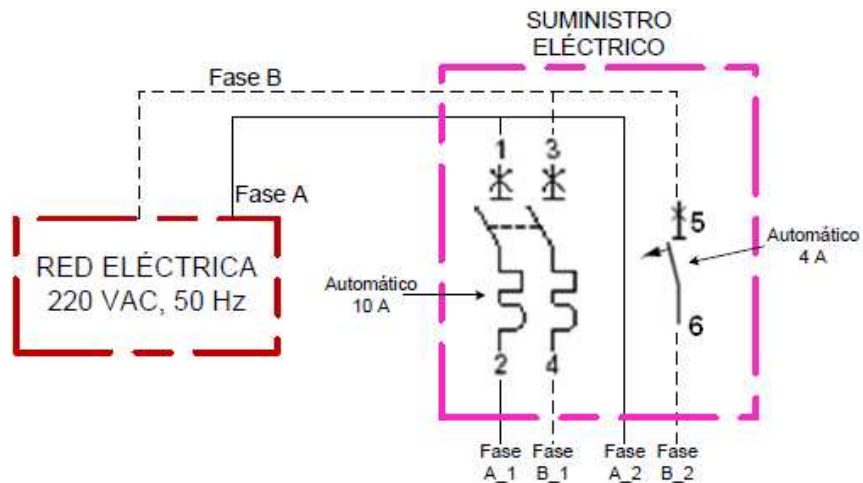


Figura II.35: Suministro eléctrico de la célula.

Nota: Como extensión a la información descrita en este capítulo sirva de referente [1] y [2], así como las especificaciones de cada fabricante.



III. ESTUDIO DEL PROBLEMA Y VIABILIDAD DE POSIBLES SOLUCIONES



3.1 Introducción al problema producido por la caída accidental de la herramienta acoplada al robot.

En la célula de fabricación flexible instalada, el robot realiza el cambio de herramienta a través de un sistema de agarre que permite acoplar y desacoplar la herramienta con la que necesite trabajar según la tarea a realizar durante el proceso. Actualmente, dicho sistema de agarre no funciona con la normalidad con la que fue prevista en su diseño, ya que al poner la instalación en marcha, dicho sistema incorpora un incidente que ocasiona la caída repentina de la herramienta de forma accidental con el riesgo que ello supone.

Como se explicó anteriormente, el sistema de agarre de cada herramienta al brazo del robot se realiza a través de un sistema electroneumático de acoplo y desacoplo de los platos maestro y seguidor. Este sistema es gobernado por una señal eléctrica de salida del robot, concretamente la salida digital Do10_1.

Teóricamente, si la señal de robot (Do10_1) toma el valor 0, se produce el acoplo de la herramienta, uniendo así el plato maestro de la muñeca del robot con el plato seguidor de la herramienta seleccionada. Si por el contrario la señal de robot (Do10_1) toma el valor 1, se produce el desacople controlado de la herramienta, liberando al robot de la herramienta y posándola en una posición concreta y definida, sobre la estantería de herramientas. Este proceso se efectúa de acuerdo al esquema mostrado en la siguiente figura:

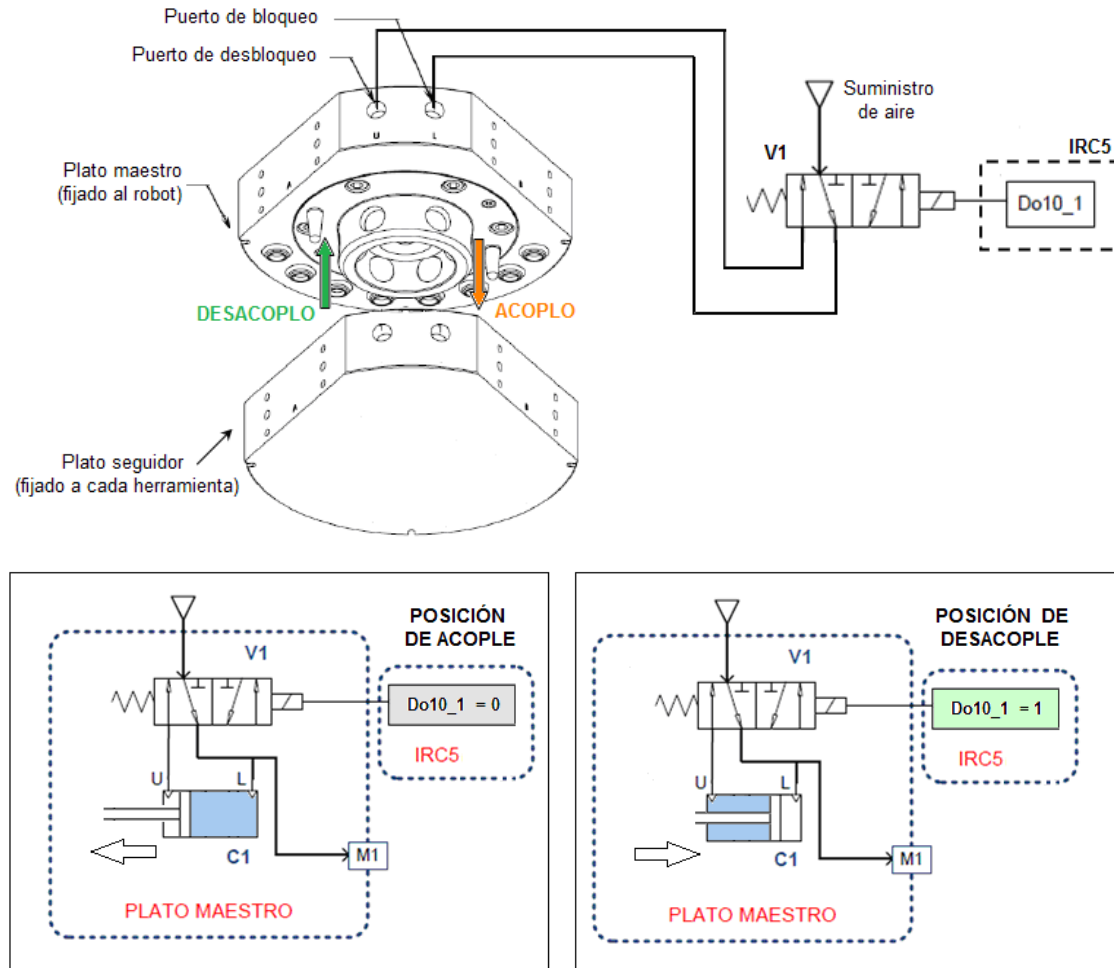


Figura III.1: Circuitos de acople y desacople.

Además, si los platos están acoplados, el mecanismo cuenta con un sistema de seguridad ante el fallo por falta de aire en el que los platos se mantendrán unidos hasta el instante en el que se introduzca aire por la cámara de desbloqueo (U) para provocar el desacople de la herramienta.



Sin embargo, en la práctica, durante el proceso de fabricación de la célula, si se dan las siguientes condiciones la herramienta cae irremediablemente y de forma fortuita:

- La herramienta se encuentra acoplada en la muñeca del robot y por tanto, la señal de salida de robot Do10_1 tiene el valor 0.
- Permanece aire en el interior del circuito neumático robótico.
- El robot se apaga y se enciende. Ya sea voluntariamente por el operario o involuntariamente debido a una falta de suministro eléctrico.

Esta circunstancia inesperada se debe a que en el transcurso de apagado y posterior encendido del robot, el controlador IRC5 debe volver a ponerse en marcha y existe un pequeño lapso de tiempo en el que las señales digitales de salida del robot toman valores inestables de 0 y 1, estabilizándose posteriormente al valor previo a la alteración.

La salida digital de robot Do10_1 encargada del acople/desacople de la herramienta se ve especialmente afectada en este transcurso. En el instante de tiempo en el que la señal toma valores inestables, en cuanto el valor de Do10_1 sea 1, se permite el paso del aire que permanece en el circuito por la cámara de desbloqueo invalidando así el mecanismo de seguridad del sistema de agarre de la herramienta y provocando el desacoplo accidental de la herramienta y su inminente caída.



3.2 Observación del comportamiento de las señales implicadas en el sistema de agarre durante el fallo.

Como se ha comentado anteriormente, si la herramienta está acoplada al robot, queda aire en el circuito y el robot se apaga y se enciende, la herramienta cae debido a una inestabilidad de pulsos de la señal digital Do10_1 en el arranque, antes de que finalmente la señal se estabilice a cero (valor de acoplo de la herramienta).

Los pulsos dependen del tiempo, por tanto catalogamos como pulsos inestables aquellos pulsos iniciales que se producen seguido al arranque del robot y que tienen una duración muy pequeña respecto a los pulsos producidos durante un funcionamiento normal en el que la señal Do10_1 pasa de 0 a 1 (acoplo a desacoplo) de acuerdo a lo previsto en la programación ya estipulada en el robot para el funcionamiento correcto del proceso.

A fin de posteriormente diseñar una solución efectiva que resuelva este problema, es necesario conocer la duración y repetitividad de este tiempo de inestabilidad producido tras el arranque del robot. Para ello, se realizan varias pruebas de apagado y encendido del robot mientras se dan los inconvenientes anteriormente detallados provocando la caída de la herramienta.

Durante las pruebas se procede a la toma de medidas de la señal afectada (Do10_1) para la visualización y localización de los pulsos inestables que en ella se producen, afectando así de manera directa a la caída de la herramienta.

El módulo de entradas/salidas digitales se encuentra físicamente en el interior de la puerta del controlador IRC5. Concretamente, la señal digital de salida de robot (Do10_1) está asignada al conector X1 PIN 2 de la tarjeta DSQC 652 de I/O. Este pin conecta mediante un cable de color azul con la electroválvula V1 del sistema de agarre de la herramienta.

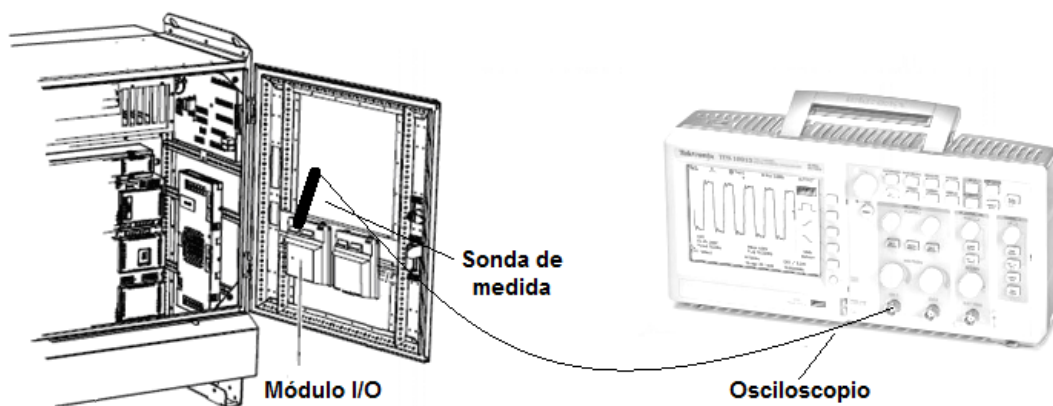


Figura III.2: Toma de medidas.

Tomando las medidas en este punto, con la ayuda de un osciloscopio, se obtienen los resultados mostrados posteriormente.

Primero, se comienza tomando medidas para una base de tiempos de 50 μ s. A continuación se va aumentando progresivamente la base de tiempos a 100 μ s, 500 μ s y 1 ms. Así se va obteniendo un enfoque más lejano y es posible apreciar hasta dónde llega el intervalo de inestabilidad.

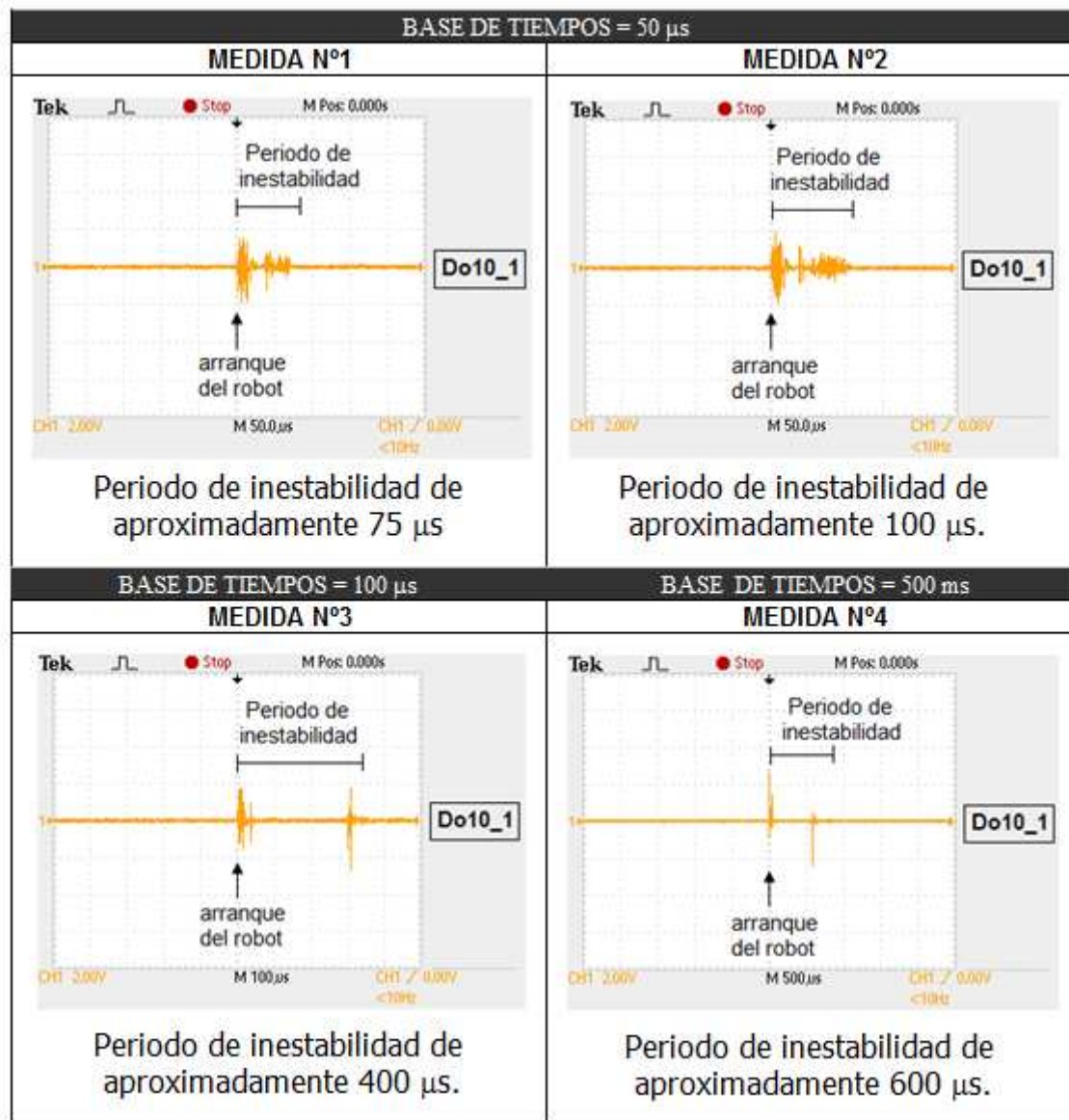


Figura III.3: Medidas del osciloscopio I.

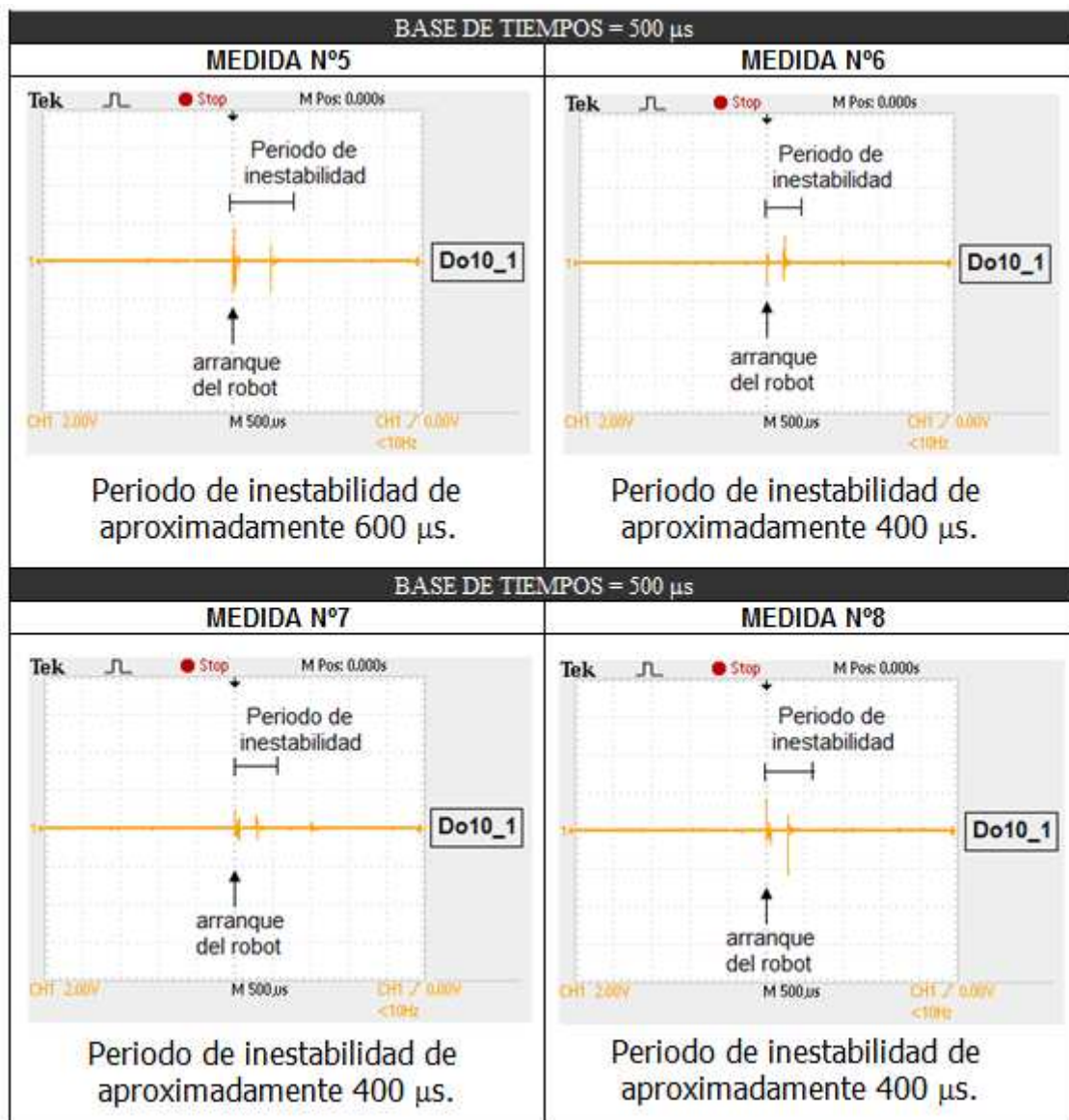


Figura III.4: Medidas del osciloscopio II.

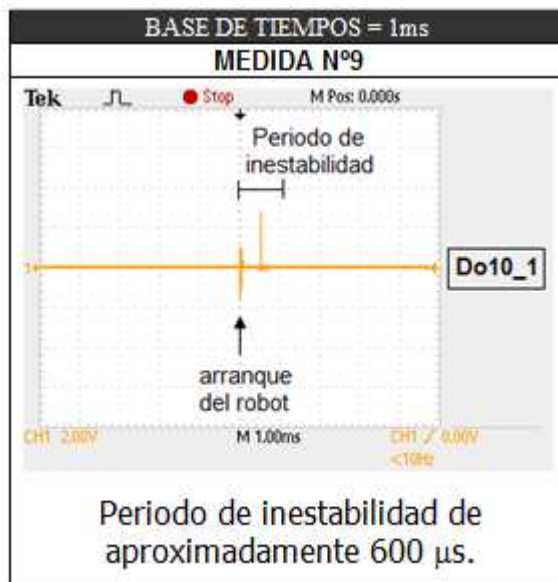


Figura III.5: Medidas del osciloscopio III.

Tras comparar los resultados obtenidos en el ensayo de medidas anterior, se aprecia que existe una repetitividad de la inestabilidad producida en el proceso que provoca la herramienta del robot.

Además, los valores de inestabilidad que se obtienen no superan el tiempo de **1ms** por lo que, posteriormente en el diseño de una solución efectiva, el tiempo de retardo del temporizador empleado para inhabilitar los pulsos inestables deberá ser de, como mínimo, este valor.



3.3 Modo de actuación frente al problema presente.

Como ya se ha comentado anteriormente, existe un problema real en la instalación de la célula de fabricación flexible robotizada en la que, si la herramienta está acoplada al robot, queda aire en el circuito neumático y el robot se apaga y se enciende, la herramienta cae debido a una inestabilidad de pulsos en la señal Do10_1 producidos durante el arranque del controlador del robot, antes de que finalmente dicha señal se estabilice y vuelva a tomar el valor anterior del que disponía (Do10_1=0, valor de acoplo de la herramienta).

Debido a que no es posible eliminar la secuencia de pulsos inestables de la señal Do10_1 en el arranque del robot mediante programación interna del mismo, se recurre a ignorar o filtrar dichos pulsos a fin conseguir un uso correcto del sistema de agarre de la herramienta en el que no se produzcan cambios inesperados en el valor de la señal Do10_1 provocando desacoples imprevistos de la herramienta. Por tanto, el mecanismo principal utilizado como filtro de pulsos para resolver el problema será el temporizador.

El temporizador es un dispositivo mediante el cual es posible regular la conexión o desconexión de un circuito (eléctrico o neumático) durante un tiempo determinado, este tiempo es programable y se llama tiempo de retardo.

El temporizador puede ser de tipo eléctrico o neumático, dependiendo de la aplicación requerida. En el caso eléctrico su configuración es similar a un relé auxiliar, con la diferencia de que sus contactos no cambian de posición instantáneamente. En el caso neumático su configuración es similar a una

válvula de apertura y cierre, con la diferencia de que la válvula no cambia de posición instantáneamente.

Un temporizador puede actuar, básicamente, de acuerdo a tres tipos de modo de funcionamiento:

- Temporizador con retardo a la conexión: modo TON.

Al activarse la entrada, el temporizador comienza su cuenta. Sólo si finaliza la cuenta del tiempo de retardo y la entrada continua activa, el temporizador permite que se active la salida. En el caso de que la entrada se desactive antes de que se finalice la cuenta del tiempo de retardo, la salida permanecerá desactivada.

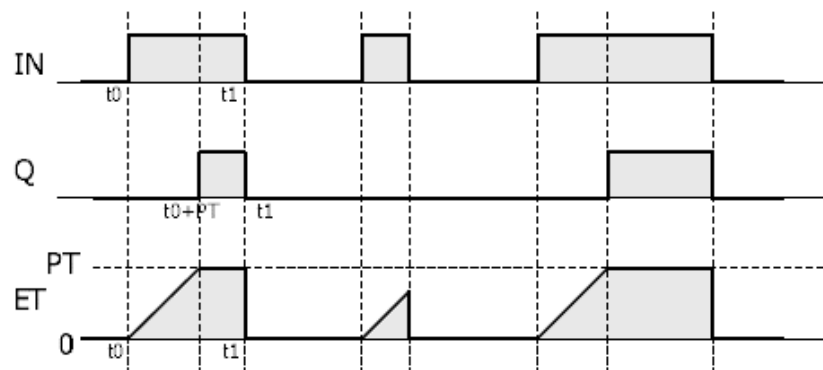


Figura III.6: Modo funcionamiento TOFF.

- IN: señal de entrada.
- Q: señal de salida.
- ET: señal del temporizador.
- PT: tiempo de preselección.

- Temporizador con retardo a la desconexión: modo TOFF.

Mientras que la entrada está activa la salida también se encuentra activa. En el instante que la entrada cae, el temporizador comienza su cuenta, y la salida sigue activa. La salida se desactivará cuando finalice la cuenta del tiempo de retardo.

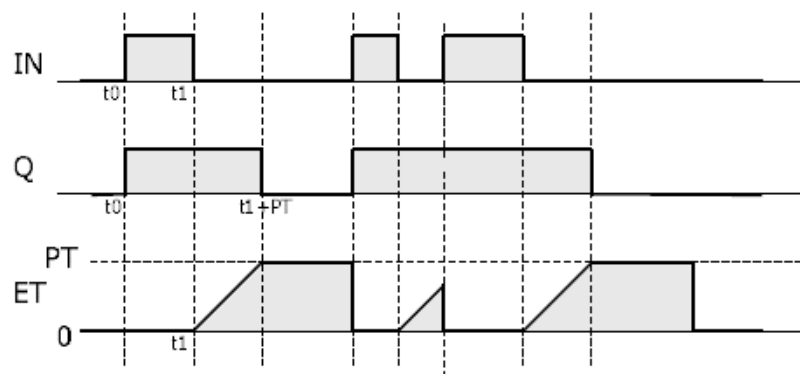


Figura III.7: Modo funcionamiento TOFF.

- IN: señal de entrada.
- Q: señal de salida.
- ET: señal del temporizador.
- PT: tiempo de preselección.

- Temporizador monoestable: modo TP.

Permite elaborar un impulso de una duración precisa, es decir, cada vez que se activa la entrada crea en la salida un pulso memorizado que siempre dura lo mismo (el tiempo de retardo preasignado), independientemente de cuanto dure la entrada.

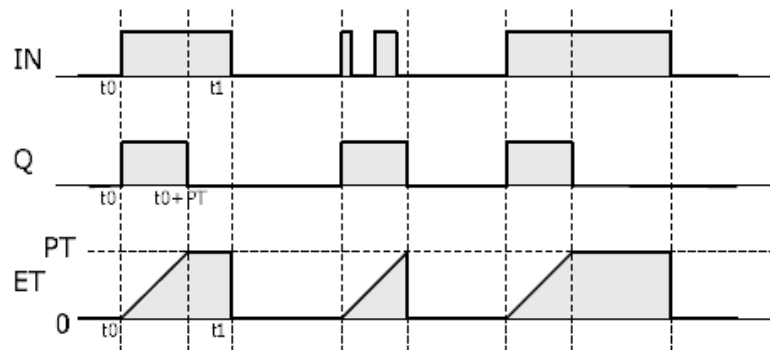


Figura III.8: Modo funcionamiento monoestable.

- IN: señal de entrada.
- Q: señal de salida.
- ET: señal del temporizador.
- PT: tiempo de preselección.

En este proyecto, para el diseño de las posibles soluciones presentadas a continuación los temporizadores trabajarán en modo de retardo a la conexión (TON).

Además, el tiempo de retardo del temporizador será de, como mínimo, 1ms, valor suficiente para inhabilitar el paso de los pulsos inestables tras el arranque del robot.



3.4 Diseño de posibles soluciones.

Dependiendo del tipo de temporizador y en función del lugar de la instalación donde sea más ventajoso actuar para implementar el sistema de temporizado, se analizarán distintas posibles soluciones ante el problema existente.

3.4.1 Solución 1. Actuación sobre el mecanismo de agarre mediante retardo neumático.

Esta solución consiste en modificar el circuito neumático actual de acoplo y desacoplo de la herramienta incorporando un temporizador neumático encargado de ralentizar la actuación del cilindro cada vez que se produce el desacople del útil instalado. De este modo, cuando la señal Do10_1 tome el valor 1 para activar el desacoplo, el aire pasará a través del temporizador y sólo activará el cilindro que desacopla la herramienta en los casos previstos en los que la duración de la activación de la señal es mayor que el tiempo de retardo del temporizador. El desacople imprevisto de la herramienta no tendrá cabida con este sistema debido a que durante el tiempo de retardo del temporizador la activación no deseada de la señal Do10_1 no activará el cilindro que desenchaja la herramienta.

En el diseño de esta medida, se parte del anterior circuito que controla el agarre de la herramienta por el robot y se modifica el circuito sustituyendo la válvula V1 (5 vías y 2 posiciones) por las válvulas V1' (válvula distribuidora 3/2 NC), V2' (electroválvula 4/2 NO), V3' (válvula 4/2 NO) y el temporizador neumático como se detalla a continuación,

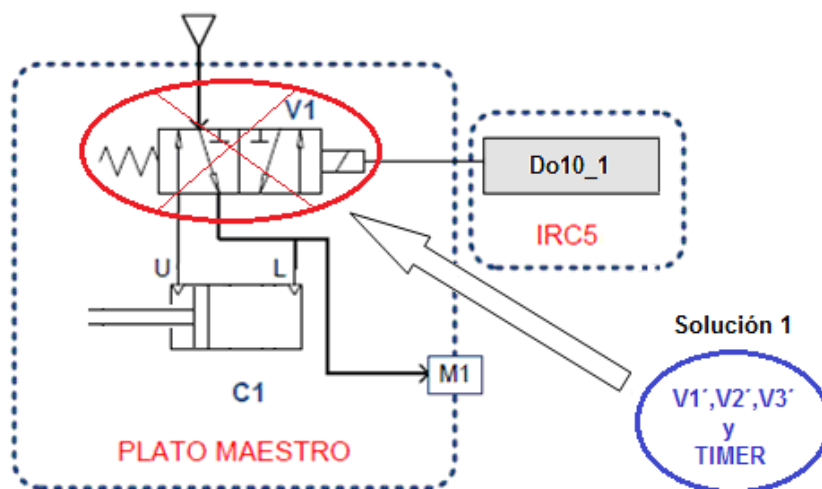


Figura III.9: Modificación en circuito de acople/desacople.

Las válvulas neumáticas a sustituir serán de **SMC**, con características similares a la válvula V1 sustituida (modelo *EVZ5000* de *SMC*).

Atributo	Valor
Presion de funcionamiento (bar)	1.5-7
Tiempo de respuesta (ms)	20
Frecuencia máxima de operación (Hz)	10
Voltaje de solenoide (V _{dc})	24
Consumo (W)	1.8
Peso (g)	120

Tabla III.1: Válvula neumática.

La válvula V1' corresponde a una válvula de seguridad distribuidora y de mando manual 3/2 NC modelo *EVM130-01-34* de SMC. Para V2' y V3' existe la posibilidad de usar válvulas 4/2 ó 5/2 NO con tapón en las vías libres, más normalizadas y de menor coste. (V2' \Rightarrow modelo *EVFA3120-02F-*, accionamiento

neumático y retorno por muelle; V3' \Rightarrow modelo SYA5120-01F -, accionamiento y retorno neumático, ambas de SMC).

El temporizador neumático es una válvula con temporizador modelo **VR2110** de **SMC**, la cual permite la transmisión de una señal neumática con un retardo en su activado. Dicha señal se activará después de un período fijado previamente comprendido entre 0.5 y 60 segundos.

Las características técnicas más relevantes de este dispositivo son las destacadas a continuación:

Descripción	EVR2110-01
Presión de alimentación	0 a 1.0 MPa
Presión de la señal	0.25 a 0.8 Mpa
Temporización	0.5 a 60 s
Repetibilidad	$\pm 10\%$ fondo de escala
Temperatura de trabajo y de fluido	de -5 a 60°C (sin congelación)
Tamaño conexión	1/8
Peso	500g

Tabla III.2: Temporizador neumático.

La estructura interna del temporizador neumático se compone de una válvula unidireccional con estrangulador, un volumen y una válvula distribuidora.

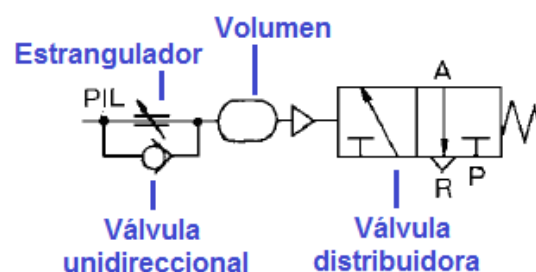


Figura III.10: Simbología temporizador neumático.

Cuando recibe presión por el punto "PIL", la estranguladora da paso a un determinado caudal hasta llenar el volumen y la cámara de mando (dependiendo del tiempo de retardo prefijado), y activará la apertura de la válvula distribuidora. La válvula unidireccional es empleada para conseguir el retardo únicamente en el activado.

De este modo, el esquema diseñado para establecer el retardo mediante temporizador neumático sobre el mecanismo de agarre queda de la siguiente manera:

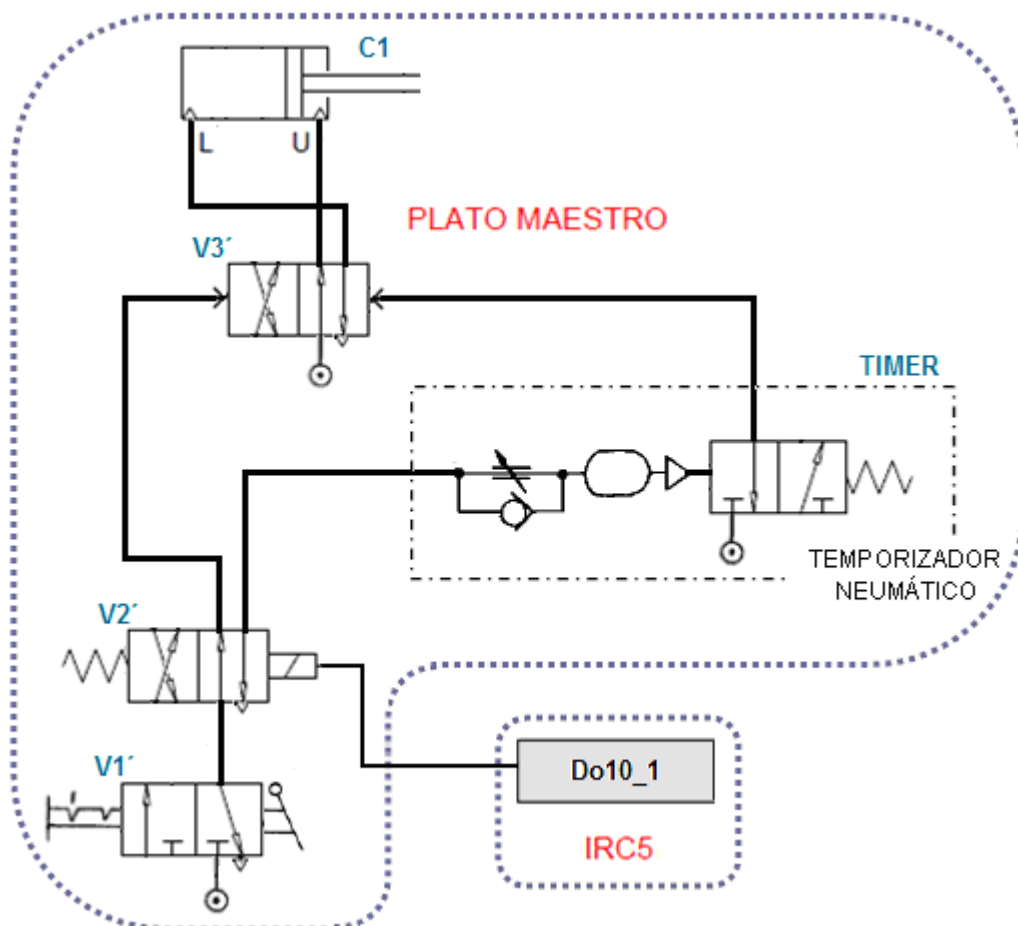


Figura III.11: Esquema neumático solución 1.



Siendo la simbología del esquema la siguiente:

- V1': Válvula distribuidora 3/2 NC.
- V2': Electroválvula 4/2 NO.
- V3': Válvula 4/2 NO.
- TIMER: temporizador neumático.
- C1: cilindro 1 de acoplo y desacoplo de la herramienta.

El temporizado neumático se implementaría después de la electroválvula comandada por la señal de robot Do10_1 y antes del actuador C1.

Si Do10_1=0 \Rightarrow el aire pasa por (L) y mantendrá el cilindro en posición de bloqueo y acoplo de la herramienta.

Si Do10_1=1 \Rightarrow el aire, antes de pasar por (U) y desacoplar la herramienta, pasará a través del temporizador neumático.

- Si la señal dura poco tiempo activa y vuelve a tomar el valor 0, es decir, es un pulso inestable, entonces no llegaría a ejecutarse puesto que se produce en el tiempo de retardo del temporizador, con lo que se evitaría el desacoplo accidental y la consecuente caída de la herramienta.
- Si la señal se activa de forma pronosticada de acuerdo a la programación para el desacople habitual por el cambio de herramienta durante el proceso, la señal permanecerá activa un tiempo mayor al tiempo de retardo del temporizador y el desacople se efectuará de manera satisfactoria.

Las siguientes gráficas muestran el comportamiento de las señales involucradas en el sistema de agarre de la herramienta del robot.

En el primer caso no se dispone del temporizador neumático por lo que en cualquier instante en el que se active la señal Do10_1, por pequeño que sea, la herramienta se desacopla. Mientras que en el segundo caso, la herramienta sólo se desacopla cuando el temporizador ha finalizado su cuenta, es decir, cuando la señal se activa de forma programada y no cuando se producen los pulsos inestables del arranque.

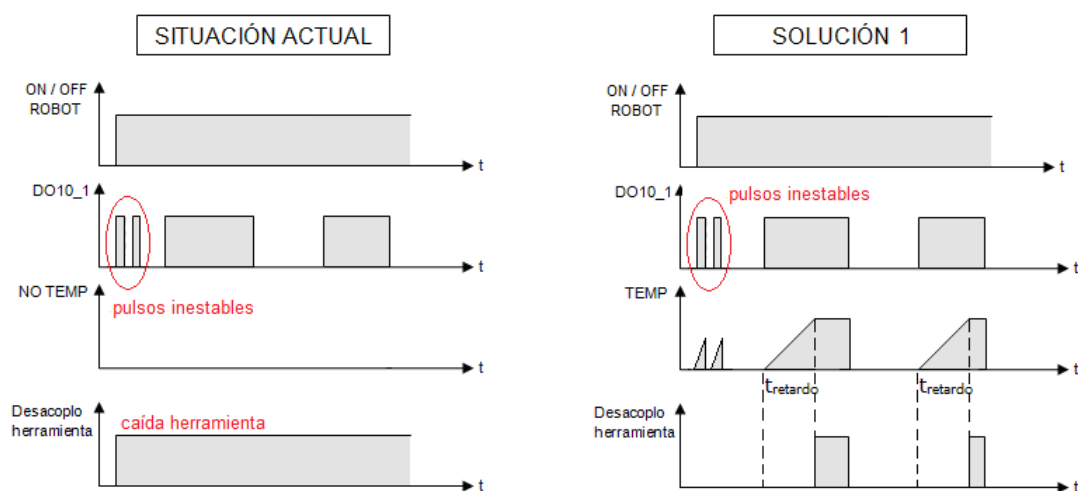


Figura III.12: Cronograma solución 1.



3.4.2 Solución 2. Actuación tras la salida de robot mediante retardo eléctrico.

En esta solución se actuaría directamente tras la señal de salida del robot Do10_1 (señal de acoplo/desacoplo de la herramienta que comanda la electroválvula del sistema de agarre), acoplando un temporizador eléctrico con el objetivo de ignorar los pulsos inestables producidos en dicha señal causantes de la caída de la herramienta acoplada en la muñeca del robot.

La señal Do10_1 es una salida digital del PLC del robot que se encuentra físicamente situada en la tarjeta de salidas digitales ubicada la puerta del controlador IRC5. Cada vez que se active la señal, el temporizador comenzará a contar un tiempo de retardo predeterminado, y si la señal sigue activa una vez finalizado ese tiempo, se procederá al desacoplo previsto de la herramienta a través del cilindro C1. De este modo, cuando se active y desactive de forma inestable la señal Do10_1 durante el arranque del robot, el temporizador no permitirá el desacople accidental de la herramienta.

Para el diseño de este procedimiento se parte del circuito inicial de agarre de la herramienta, manteniendo todos los elementos del circuito neumático de acople y desacople, y se actúa únicamente sobre la señal salida del robot Do10_1 incorporando el temporizador, como se muestra a continuación,

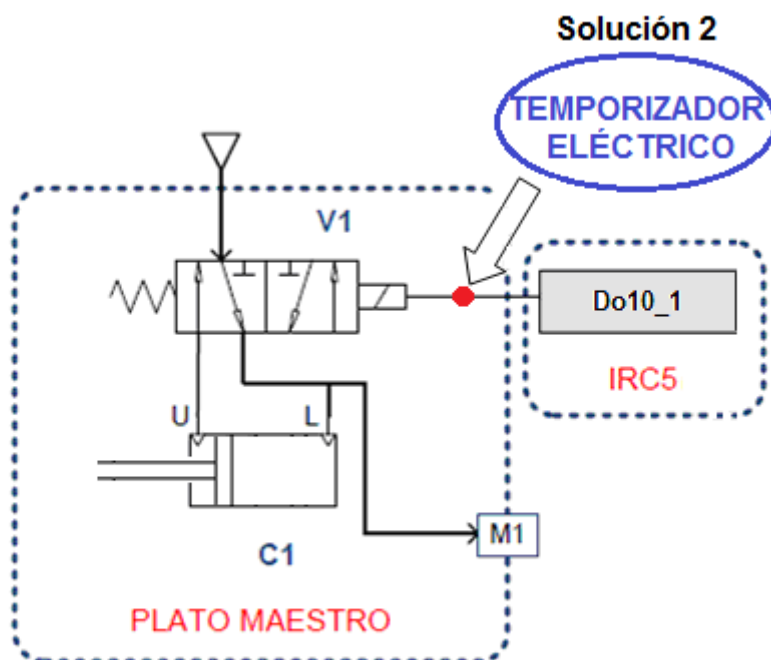


Figura III.13: Modificación en salida de robot.

El temporizador eléctrico a instalar será de tipo retardo a la activación, con un rango de retardo mayor al intervalo en el que se producen los pulsos inestables en el arranque, y menor al tiempo en que se mantiene activa la señal para el desacoplo usual del útil durante el cambio de herramienta del proceso. En la siguiente figura se muestra el modo de operación del temporizador,



Figura III.14: Modo de operación del timer solución 2.

Siendo,

- Power: alimentación del temporizador.
- Start: equivale a la señal Do10_1.
- Output: equivale al acople/desacople de la herramienta.
- t: tiempo de retardo.

El esquema eléctrico establecido para esta solución es el siguiente:

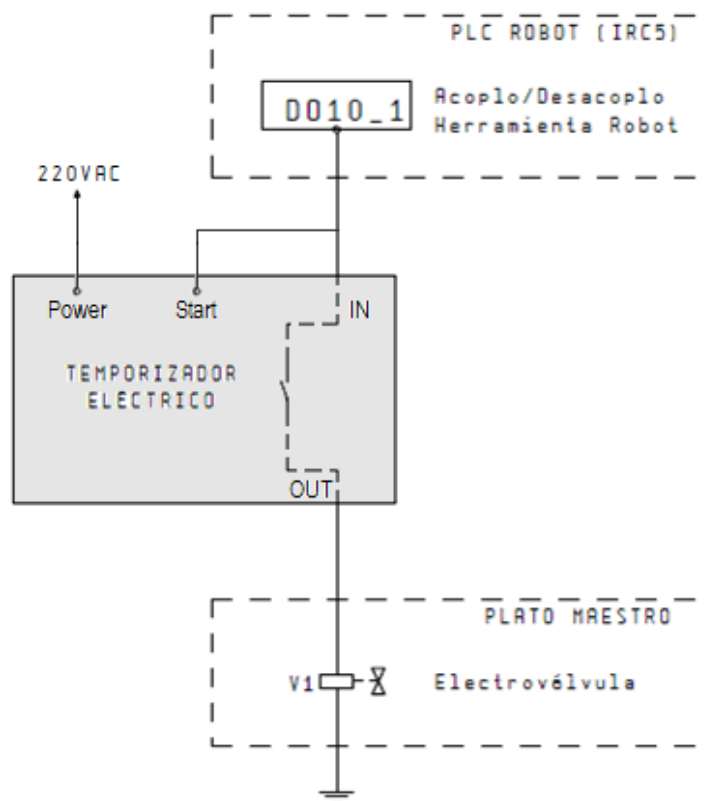


Figura III.15: Esquema eléctrico solución 2.

- Do10_1: señal digital de salida del robot.
- Temporizador eléctrico.
- V1: electroválvula del circuito neumático de acoplo/desacoplo.

Cada vez que se active la señal Do10_1 del robot, pasará a través del temporizador y esperará un tiempo de retardo preasignado. Una vez finalizado este tiempo, el temporizador activa su salida dando orden eléctricamente al comando de la electroválvula V1 para su activación, dejando así pasar el aire por el puerto (U) de desbloqueo y activando el cilindro C1 para el desacople de la herramienta unida a la muñeca del robot.

Este pequeño tiempo de retardo impide que en el arranque del robot, cuando se producen los pulsos inestables que activan involuntariamente el desacople de la herramienta, no sean tenidos en cuenta por la electroválvula V1, impidiendo así el infortunio que ocurría anteriormente sin la instalación de un sistema de temporizado.

En las siguientes gráficas es posible observar la actuación de las señales implicadas que influyen en el sistema de agarre de la herramienta al robot, con y sin sistema de temporizado eléctrico a la salida de la señal del robot:

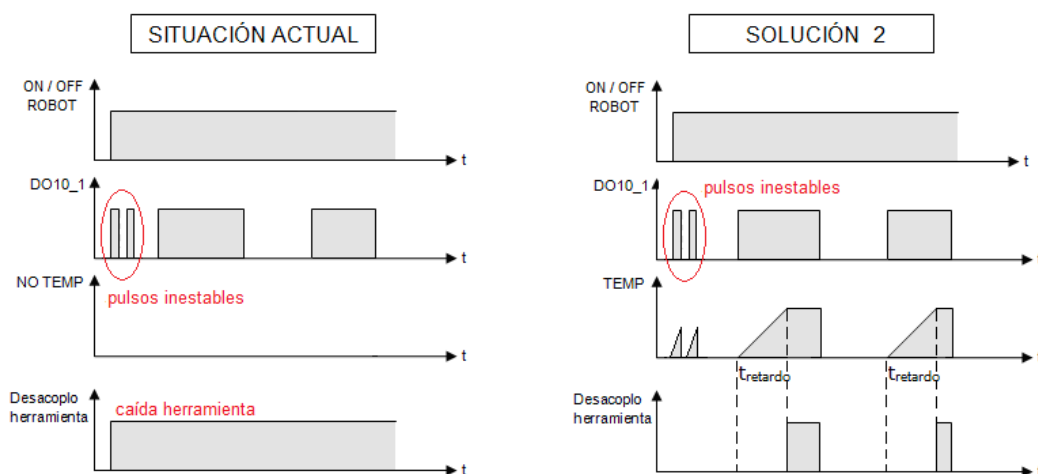


Figura III.16: Cronograma solución 2.



3.4.3 Solución 3. Actuación tras encendido de robot mediante retardo eléctrico.

En esta solución, el sistema de temporizado se consigue instalando un temporizador eléctrico que actúe inmediatamente después del arranque del robot.

Cada vez que se accione el interruptor de arranque del robot, se pasará por el temporizador y se esperará un tiempo hasta que se active la señal de salida del temporizador. Durante este tiempo, instante en el que se producen los pulsos inestables después del arranque, la salida Do10_1 quedará inhabilitada, evitando la caída accidental de la herramienta acoplada al robot. Una vez finalizada la cuenta, la salida Do10_1 volverá a ser habilitada, efectuando el acoplo y desacoplo de acuerdo con lo programado en cada momento del proceso.

En el diseño de esta solución, se mantiene intacto el circuito neumático del sistema de acoplo/desacoplo de la herramienta. La modificación se realiza en el armario del controlador IRC5 del robot, donde se alojan los elementos implicados en la corrección del sistema. Se actuará sobre el interruptor de arranque del robot, situado en el panel frontal del controlador IRC5, al que se acoplará el temporizador eléctrico. Además se integrará un relé encargado de habilitar/deshabilitar la salida de robot Do10_1 de acoplo/desacoplo de la herramienta. Éste irá entre la tarjeta de salidas digitales, situada en la puerta del controlador IRC5, y la electroválvula V1 del plato maestro del robot.

La siguiente figura muestra, a modo de visión general, los puntos de modificación en la instalación requeridos para llevar a cabo esta solución,

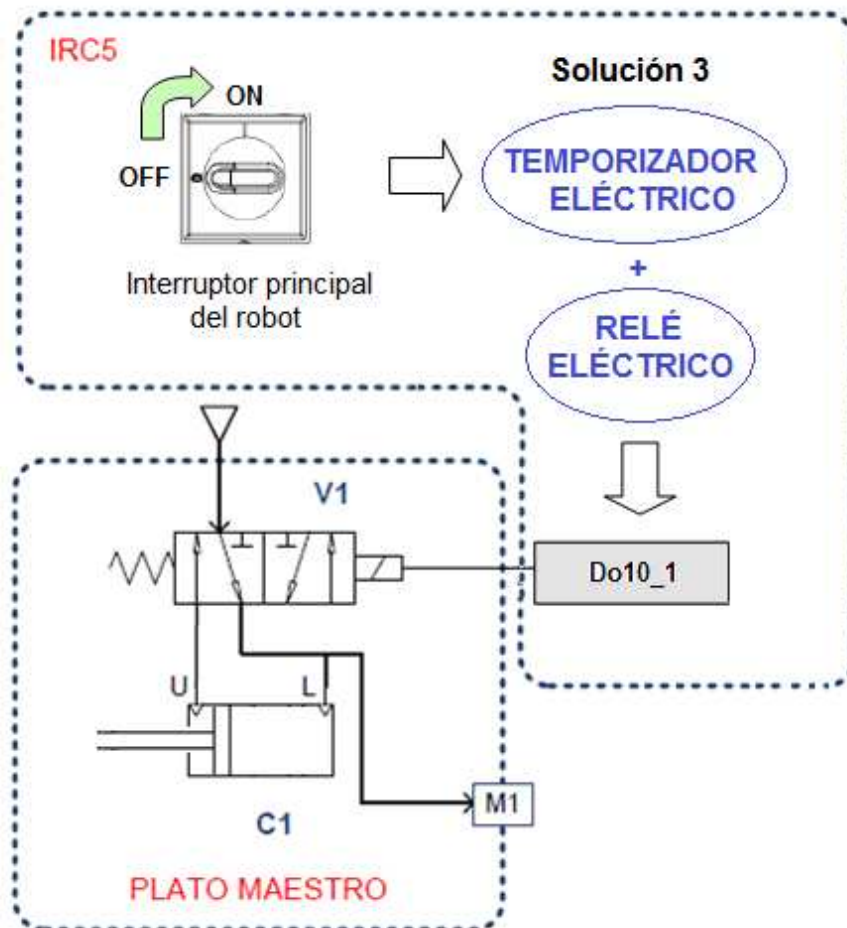


Figura III.17: Modificación en el arranque del robot.

Del mismo modo que en la solución anterior, el temporizador eléctrico a instalar será de tipo retardo a la activación. El tiempo de retardo asignado al temporizador será un tiempo suficiente para evitar los pulsos inestables del inicio que provocan la caída de la herramienta. En la siguiente figura se muestra el modo de operación del temporizador,



Figura III.18: Modo de operación del timer solución 3.

Siendo,

- Power: alimentación del temporizador.
- Start: interruptor de arranque del robot.
- Output: equivale a la señal Do10_1.
- t: tiempo de retardo.

Por tanto, el esquema eléctrico establecido para esta solución es el siguiente:

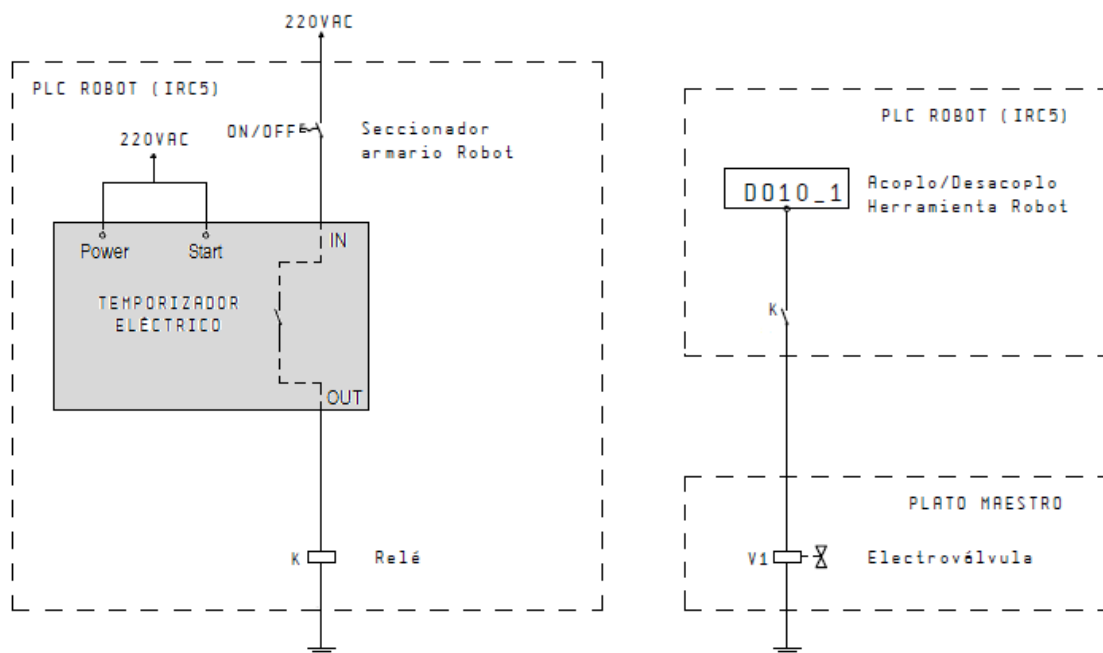


Figura III.19: Esquema eléctrico solución 3.

Mejora del sistema de cambio de herramienta de un robot industrial ABB IRB2400.



Correspondiendo cada elemento del esquema anterior con:

- ON/OFF: Interruptor seccionador del controlador IRC5 del robot.
- Temporizador eléctrico.
- K: relé eléctrico.
- Do10_1: señal de salida digital del robot.
- V1: electroválvula del circuito neumático de acoplo/desacoplo.

Al accionar el interruptor principal del armario de control del robot, la corriente pasa hasta el temporizador.

Durante el tiempo que el temporizador está contando (tiempo después del arranque en el que se produce la inestabilidad de la señal Do10_1 y cae la herramienta) su salida permanece inactiva y por tanto el relé (K) que existe a continuación permanece desactivado. Al ir ligado a la salida Do10_1, esta queda inhabilitada y conserva su valor. Si la herramienta se encuentra acoplada durante el arranque, su valor permanece (Do10_1=1) y seguirá acoplada al brazo del robot.

Tras una espera igual al tiempo de retardo definido previamente, se activa la salida del temporizador, el relé (K) hace contacto y habilita la señal de salida del robot Do10_1. Al estar habilitada, la señal podrá tomar valores 0 o 1 dependiendo si el robot requiere acoplar o desacoplar la herramienta durante la tarea programada pudiendo continuar realizando correctamente el proceso de fabricación de la célula.

La actuación de las señales con respecto del tiempo durante la situación actual (sin sistema de temporizado implantado) y durante este procedimiento será la siguiente:

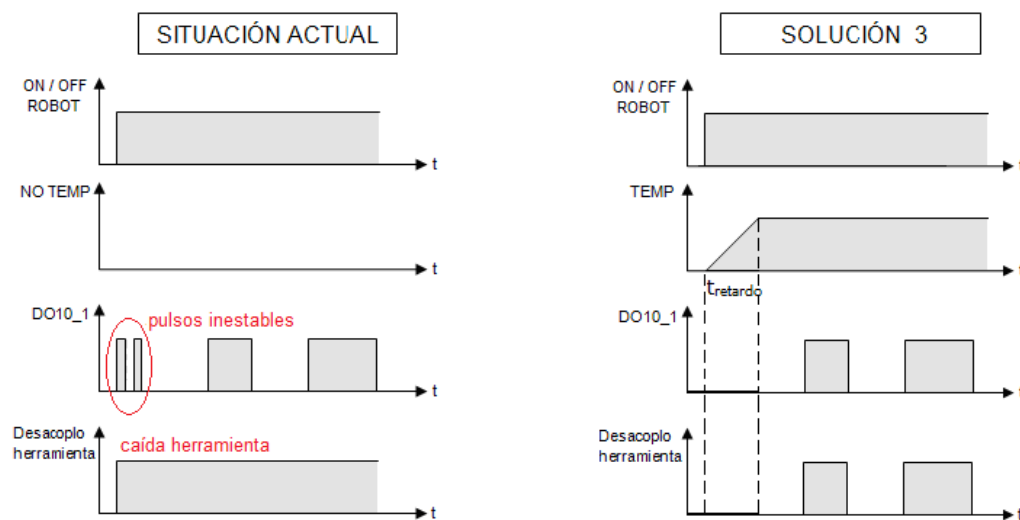


Figura III.20: Cronograma solución 3.

3.5 Elección de dispositivos para cada solución.

El diseño de cada solución requiere la incorporación de algunos dispositivos. Para ello se han contemplado distintos modelos y marcas que ofrece el mercado, referente a cada nuevo dispositivo. Con ello es posible valorar y comparar las ventajas y desventajas que se ofrecen, así como elegir el modelo que mejor se adaptaría a cada solución.

▪ **Válvulas neumáticas incorporadas en la solución 1.**

La célula de fabricación flexible robotizada cuenta en su instalación neumática con válvulas neumáticas de la marca SMC. Es por tanto que, la incorporación de las nuevas válvulas requeridas en el diseño de la solución 1 sería de la misma marca y características que las existentes a fin de no interferir en el correcto funcionamiento del circuito y facilitar futuros mantenimientos y recambios.




Descripción Válvulas neumáticas	V1'	V2'	V3'
Referencia	VM130-01-34	EVFA3120-02F	SYA5120-01F
Fabricante	SMC	SMC	SMC
Tipo	Distribuidora 3/2 NC	5/2 NO	5/2 NO
Precio unidad	34,42 €	69,75 €	48,20 €
Disponibilidad	1 semana	1 semana	1 semana
Características técnicas:			
Fluido	Aire	Aire	Aire
Presión de alimentación	0 a 10 bar	1.5 a 7 bar	1.5 a 7 bar
Tiempo de respuesta	0.3 ms	45 ms	19 ms
Frecuencia máx. trabajo	—	10 Hz	5 Hz
Consumo	—	1.5 W	0.35 W
Peso	95 g	214 g	58 g
Conexión	1/8	1/8	1/8

Tabla III.3: Válvulas neumáticas para Solución 1.

▪ **Temporizador neumático seleccionado en la solución 1.**

En el diseño de la solución 1 se recurre a un sistema de temporizado mediante temporizador neumático. A continuación se muestra una tabla con distintos posibles modelos de éste dispositivo:

Descripción Temporizador neumático	VR2110-F01	VZ-3-PK-3	PZVT
Fabricante	SMC	FESTO	FESTO
Precio unidad	111,50 €	160,00 €	206,25 €
Disponibilidad	1 semana	1 semana	1 semana
Características técnicas:			
Presión de alimentación	0 a 10 bar	2.5 a 8 bar	2 a 6 bar
Presión de la señal	2.5 a 8 bar	1.6 bar	1.6 bar
Fluido	aire comprimido filtrado	aire comprimido filtrado	aire comprimido filtrado
Conexión	tubo 1/8	PK-3	rosca M5
Peso	500g	150g	45g
Modo de operación	ON delay	ON delay	ON delay
Rango de tiempo	0.5 a 60s	0.25 a 0.5s	0.2 a 3s
Repetitividad	±0.1 fondo escala	±0.5	±0.1

Tabla III.4: Comparativa de temporizadores neumáticos.

La opción que mejor se adaptaría al diseño de la *Solución 1*, respecto a las condiciones de precio y características técnicas ofrecidas sería el modelo **VR2110-F01** de **SMC**.

▪ **Temporizador eléctrico necesario en las soluciones 2 y 3.**

Las soluciones 2 y 3 hacen uso de un sistema de temporizado eléctrico. Ambas soluciones requieren del mismo modelo de temporizador puesto que precisan de las mismas características técnicas. Cada modelo de temporizador ofrece varias posibilidades de conexionado según las tensiones de alimentación requeridas. La comparativa entre distintos modelos de temporizador eléctrico se ofrece a continuación:





Descripción Temporizador eléctrico	H3DS-AL	H5CX-AN	RE11RAMU	7PV1518-1AW30
Fabricante	OMRON	OMRON	TELEMECANIQUE	SIEMENS
Precio unidad	24,75 €	137,25 €	43,35 €	43,87 €
Disponibilidad	1 semana	1 semana	1 semana	1 semana
Características técnicas				
Tensión de alimentación	24 a 230 VAC (50-60Hz) 24 a 48 VDC	100 a 230 VAC (50-60Hz) 12 a 24 VDC	24 a 240 VAC (50-60Hz) 24 VDC	12 a 240 VAC (50-60Hz) 12 a 240 VDC
Potencia máxima	(32 VA/3W) a 230 VAC (14VA/2.2W) a 120VAC (0.7W) a 24 VDC (1.4W) a 48VDC	6.2 VA a 264 VAC 5.1 VA a 26.4 VAC 2.4 W a 12VDC	32VA a 240 VAC 1.5W a 240 VAC 0.6W a 24 VDC	1 W
Conexión externa	tornillo	tornillo	tornillo	tornillo
Tipo de salida	relé	relé	relé	relé
Modo de operación	1 modo - ON delay	12 modos	2 modos - ON delay	1 modo - ON delay
Rango de tiempo	0.1s a 120h	0.001s a 9999h	0.1s a 100h	0.05s a 100h
Display	No	Sí	No	No

Tabla III.5: Comparativa de temporizadores eléctricos.

Siendo elegido el modelo **H3DS-AL** de **OMRON** como el temporizador eléctrico más adecuado ya que satisface las condiciones requeridas en los diseños de la *Solución 2 y 3*, así como los términos referentes al coste económico del dispositivo.

▪ **Relé eléctrico empleado en la solución 3.**


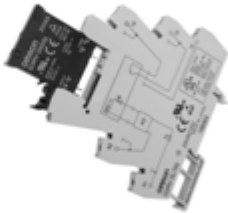
Descripción Relé eléctrico	MY4N220/240AC	G3RV-SL700-D
Fabricante	OMRON	OMRON
Precio unidad	11.22 €	32.77 €
Disponibilidad	48 horas	48 horas
Características técnicas:		
Contacto	4 Polos	2 Polos
Tensión de alimentación	220/240 VAC	230 VAC
Tensión de salida	24 VDC	24 VDC
Corriente	5A	2A
Peso	135 g	38 g
Conexión	Zócalo/Tornillo	Tornillo

Tabla III.6: Comparativa de relés eléctricos.



3.6 Comparativa entre las posibles soluciones.

Tras exponer tres posibles soluciones ante el fallo del proceso en la célula robotizada por la caída de la herramienta, es necesario evaluar dichas soluciones desde distintas perspectivas a fin de ser instalada la mejor opción.

- **Facilidad de montaje.**

Se valora la simplicidad de los cambios que han de ser realizados en la instalación y la accesibilidad a los dispositivos involucrados en dichos cambios.

La solución 1 será la que requiera mayor dificultad de montaje ya que será necesario efectuar una modificación del circuito neumático del sistema de agarre de la herramienta cambios, cambiando las válvulas existentes por las requeridas en el modelo de esta solución e incorporando el temporizador neumático.

En la solución 2, únicamente se accede externamente a una salida del robot situada en la puerta del controlador IRC5 para cablear el temporizador eléctrico a continuación de ésta y anterior a la electroválvula V1 del circuito neumático del sistema de agarre de la herramienta, siendo por tanto la solución de mayor facilidad en su montaje.

La solución 3 requiere una dificultad media de montaje puesto que se implementa el temporizador después del interruptor general del robot situado en el panel de control del IRC5 y se actúa sobre la salida de robot cableando un



relé entre dicha salida y la electroválvula V1 del circuito neumático del sistema de agarre de la herramienta.

- **Precisión.**

Exactitud y repetitividad del funcionamiento del temporizador, concretamente, en el tiempo de retardo prefijado a cada temporizador.

Debido a la estructura de su funcionamiento, la precisión del temporizador eléctrico es mucho mayor que la precisión del temporizador neumático. La activación del temporizador neumático dependerá de la cantidad de aire acumulada en un volumen en función del tiempo de retardo programado y del posterior accionamiento de la válvula neumática, mientras que la activación del temporizador eléctrico dependerá de la cuenta digital del tiempo de retardo y del posterior accionamiento del relé eléctrico.

Por consiguiente las soluciones 2 y 3 actuarán con una mayor precisión que la solución 1.

- **Coste.**

Desembolso económico necesario en la adquisición e instalación de nuevos dispositivos para llevar a cabo los cambios diseñados en cada solución y compensación de los dispositivos a sustituir.

A continuación se muestra una tabla comparativa del coste estimado para cada solución:

	Elemento a incorporar	Referencia	Precio unidad (€)	Coste total estimado (€)
SOLUCIÓN 1	V1'	VM130-01-34	34,42	283,68
	V2'	EVFA3120-02F	69,75	
	V3'	SYA5120-01F	48,20	
	Temporizador neumático	VR2110-F01	111,50	
	Racordaje	TU0604BU	19,81	
SOLUCIÓN 2	Temporizador eléctrico	H3DS-AL	24,75	24,75
SOLUCIÓN 3	Temporizador eléctrico	H3DS-AL	24,75	35,97
	Relé eléctrico	MY4N220/240AC	11,22	
	Zócalo relé	PYF14A-N		

Tabla III.7: Comparativa del coste estimado.

La solución 1 implica un elevado coste respecto a las demás. Ésta solución requiere de la compra de más dispositivos y de mayor coste económico, y de la sustitución de otros. Además el precio del temporizador neumático es más caro con respecto al temporizador eléctrico.

El coste derivado de las soluciones 2 y 3 será muy similar puesto que requiere de los mismos dispositivos, siendo levemente mayor en la solución 3 al requerir además del relé eléctrico.

▪ **Tiempo de ciclo.**

El tiempo de ciclo es el tiempo máximo del que dispone la célula de fabricación flexible robotizada para realizar una vez el proceso asignado.



El tiempo de ciclo depende directamente del punto de la instalación en el que se integre el sistema de temporizado.

En la solución 1, el temporizador neumático se instala a la salida de la válvula que controla el paso de aire a la cámara de bloqueo (L) o desbloqueo (U), en el circuito neumático del sistema de agarre de la herramienta, de manera que el temporizador se activa cada vez que la señal de salida de robot Do10_1 tome el valor 1 (valor de desacoplo). Por tanto, existirá un retardo cada vez que se active la salida Do10_1, tanto si se activa involuntariamente tras el arranque del robot durante el periodo de pulsos inestables como si se activa voluntariamente cada vez que lo requiera el programa del proceso de fabricación del robot.

Del mismo modo, en la solución 2, el retardo del temporizador eléctrico se producirá cada vez que la señal Do10_1 tome el valor 1 puesto que en esta solución, dicho temporizador se instala tras esta salida de robot.

En ambos casos, el tiempo de ciclo del proceso se verá influido negativamente, ya que acumulará el sumatorio de todos los tiempos de retardo del temporizador por cada vez que se ha activado la señal Do10_1 durante el proceso.

Sin embargo en la solución 3, el temporizador eléctrico actúa una única vez tras el encendido del robot, tiempo en el que se producen los pulsos inestables y en el que se inhabilita la señal Do10_1. Una vez finalizado el tiempo de retardo, el proceso funcionará de manera habitual. Así, el tiempo de ciclo del proceso de fabricación de la célula no se verá prácticamente afectado respecto al proceso actual en el que no existe sistema de temporizado.

Como resumen, se muestra una tabla valorando los aspectos más representativos de cada solución:

	SOLUCIÓN 1	SOLUCIÓN 2	SOLUCIÓN 3
Facilidad de montaje	X	XXX	XX
Precisión	X	XX	XXX
Coste	XXX	X	XX
Tiempo de ciclo	XXX	XX	X

X= menor XX= medio XXX= mayor;

■ Ventaja

■ Inconveniente

Tabla III.8: Ventajas us Inconvenientes.

3.7 Conclusión. Elección de la mejor solución.

Valorando el análisis anterior, con el objetivo de implantar la mejor solución en la célula de fabricación flexible robotizada para resolver con los mejores resultados el fallo por la caída de la herramienta acoplada al robot, se obtiene que la **solución 3** (Actuación tras encendido de robot mediante retardo eléctrico) es la más adecuada para la resolución del problema existente.

Esta solución no presenta grandes desventajas en el coste y la facilidad de montaje. Sin embargo presenta grandes ventajas en la precisión y, sobre todo, en el mantenimiento del tiempo de ciclo del proceso, respecto a las otras soluciones ofrecidas.



3.8 Estudio para la mejora del control en el almacenaje de las herramientas del robot.

Actualmente, la célula de fabricación cuenta con un sistema de reconocimiento de la herramienta acoplada al robot.

Como ya se comentó en capítulos anteriores, este sistema neumático reconoce a través de dos interruptores de presión y mediante una tabla lógica si hay o no una herramienta acoplada al robot, y en ese caso, de qué herramienta se trata para ser identificadas posteriormente por el robot (entradas digitales DI_1 y DI_2) y ser usadas mediante software para la programación de las distintas tareas del proceso de fabricación. [Figura II.26]

Mediante este sistema, sólo es posible el control de una única herramienta, a partir de que el robot acople dicha herramienta a su brazo. Esto supone una desventaja a nivel de seguridad que ha influido negativamente en el incidente ocurrido por la caída fortuita de la herramienta del robot.

Al no existir un control global de las herramientas (control de la posición de la herramienta en el almacenaje junto con el control de la herramienta acoplada) en el momento del desacople se pierde el control de la herramienta. En el caso que la célula trabaje en la manera prevista, el desacople se hará sobre su posición en la estantería de herramientas y perder el control de la herramienta no supone problema alguno. Sin embargo, si el desacople se produce de manera imprevista, perder el control de la herramienta lleva a la célula a una estado de desavenencia.

Es por tanto que, a fin de aumentar la seguridad en la célula de fabricación y facilitar la actuación mediante software de problemas futuros, se propone establecer un sistema que avise al controlador del robot de las herramientas que estén alojadas o no, sobre la estantería de herramientas en cada momento.

La principal ventaja de la incorporación de este sistema es que permite introducir más condiciones a la hora establecer mediante programación software, acciones sobre distintos dispositivos de la célula tales como el sistema de agarre de la herramienta, así como evitar la pérdida del control de la herramienta y poder llevar al proceso a un estado de emergencia en el que se actúe con la seguridad necesaria sobre otros sistemas de la célula que puedan verse afectados en caso de producirse un incidente.

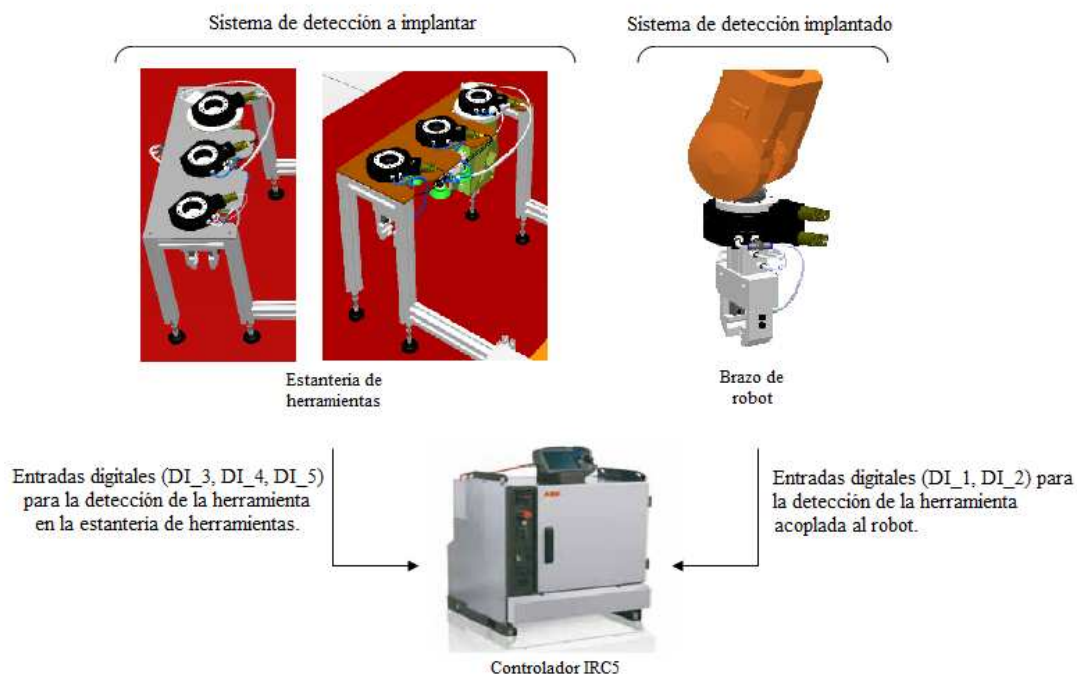


Figura III.21: Control del sistema de detección.

Para ello, se propone incorporar un sensor de tipo inductivo, modelo **E2A** de **OMRON** o similar, en cada posición de cada herramienta de la estantería de herramientas, el cual permita distinguir mediante señal lógica si está alojada o no la herramienta correspondiente.



Figura III.22: Detector inductivo.

Se usarán sensores de proximidad de tipo inductivo ya que serán capaces de detectar la presencia de la herramienta, de material metálico, a una distancia próxima en torno a los 4mm, sin necesidad de contacto físico siendo de este modo insensibles a vibraciones, inseguridad de contacto o desgaste.

Características Técnicas	E2A-M12KS04-M3
Alimentación	24 Vcc
Configuración contacto	NO
Salida	cc 3 hilos
Distancia detección	4 mm
Conector	M8
Protección	IP67
Peso	65 g

Tabla III.9: Características técnicas detector inductivo.

La posición de los sensores será uno por cada hueco del banco de herramientas para cada útil de acuerdo a lo que se muestra en la siguiente figura:

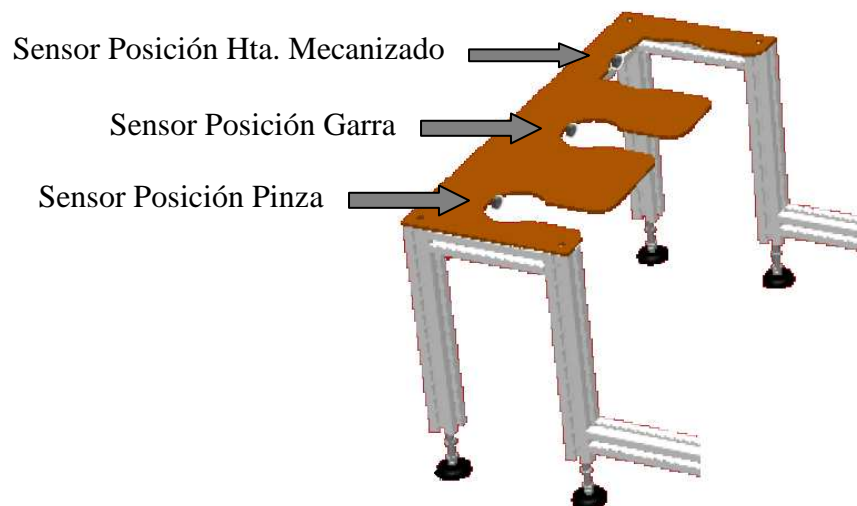


Figura III.23: Posición detectores inductivos.

Además, esta información se haría llegar al controlador mediante tres nuevas señales digitales de entrada al robot (DI_3, DI_4, DI_5) quedando modificada la tabla de entradas digitales a la siguiente:

ENTRADAS DIGITALES DEL MÓDULO E/S		
Entrada	Activación (ON/OFF)	Función
DI_1	1/0	Detección herramienta en brazo de robot
DI_2	1/0	
DI_3	1/0	Detección PINZA en estantería htas.
DI_4	1/0	Detección GARRA en estantería htas.
DI_5	1/0	Detección HTA. MECANIZADO en estantería htas

Tabla III.10: Modificación entradas digitales.

Siendo el conexionado de este sistema el que se detalla a continuación:

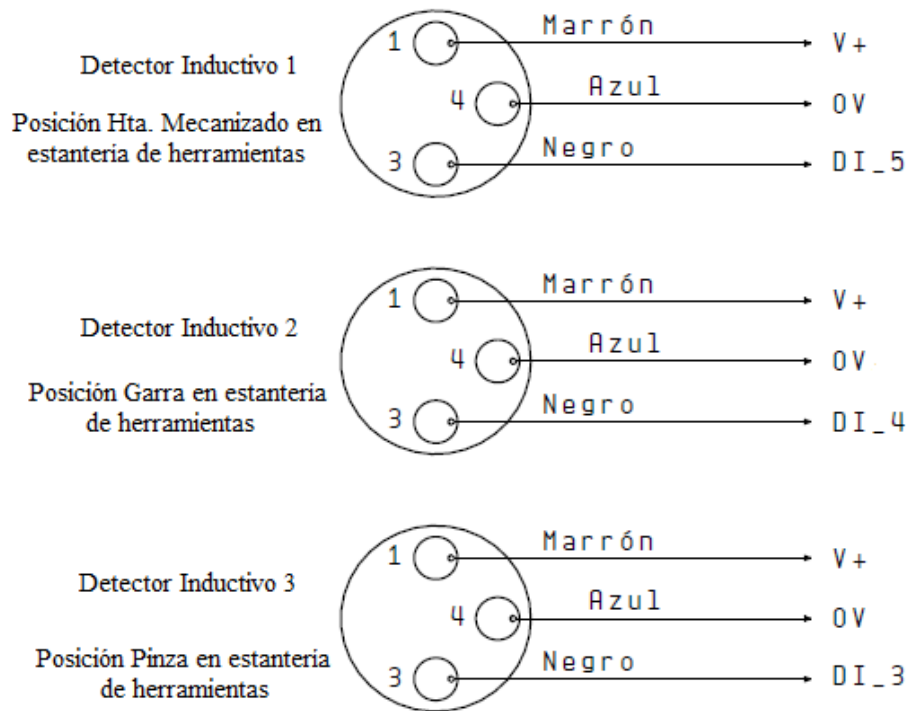


Figura III.24: Conexionado Detección en estantería de herramientas.

Siendo:

- V+: tensión de alimentación 24 Vcc.
- DI_3: Señal de entrada de robot (Detección Pinza en estantería de herramientas).
- DI_4: Señal de entrada de robot (Detección Garra en estantería de herramientas).
- DI_5: Señal de entrada de robot (Detección Herramienta de mecanizado en estantería de herramientas).



IV. IMPLANTACIÓN Y DESARROLLO DEL SISTEMA



4.1 Instalación.

Como solución al problema descrito anteriormente acerca de la caída de herramienta del robot en la célula de fabricación flexible y en relación a la viabilidad de las posibles soluciones estudiadas, se opta por la implantación de un retardo eléctrico que actuará tras el encendido de robot (Solución 3).

La instalación del sistema de retardo se lleva a cabo íntegramente en el Laboratorio de robótica del Departamento de Sistemas y Automática de la universidad, sobre la célula de fabricación flexible allí ubicada.

El montaje de dicho sistema de retardo se efectuará en el conjunto del robot IRB2400 y el controlador IRC5 de ABB y su funcionamiento afectará únicamente al sistema de agarre de la herramienta.

Para su implantación serán necesarios los siguientes dispositivos:

- Temporizador eléctrico *H3DS-AL* de *Omron*.
- Relé eléctrico *MY4N220/240AC* de *Omron*.
- Zócalo relé *PYF14A-N* de *Omron*.

Finalmente, al término de la instalación del sistema de retardo, el relé eléctrico no será necesario instalarlo puesto que el temporizador es conexionado directamente a una salida de robot concreta (la salida DO10_1) y la habilita mediante un relé eléctrico interno en su dispositivo, una vez transcurrido el tiempo de retardo. No obstante, este proyecto detalla la opción del uso del relé eléctrico externo ya que en caso de que, en un futuro, sea necesario controlar

mediante temporizado más de una salida de robot, cada señal irá conectada a un relé eléctrico que la active tras su paso por el temporizador eléctrico.

Caso actual: control por temporizado de una única señal de robot.

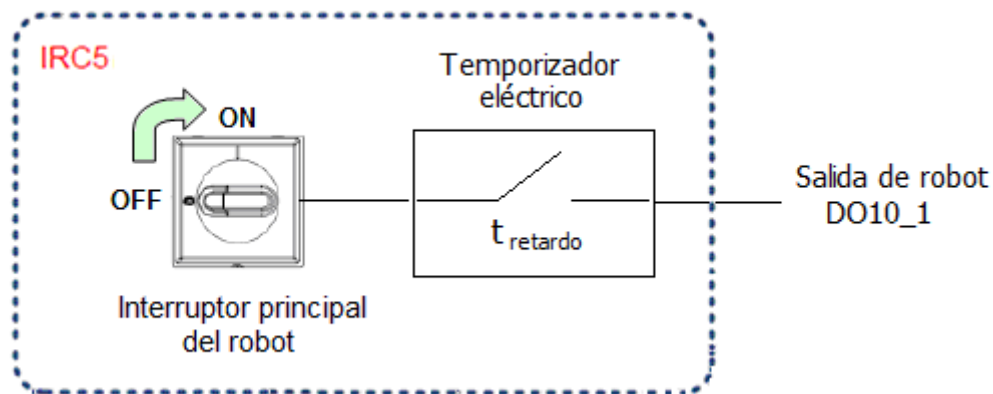


Figura IV.1: Control de una señal de robot.

Caso futuro: control por temporizador de varias señales de robot.

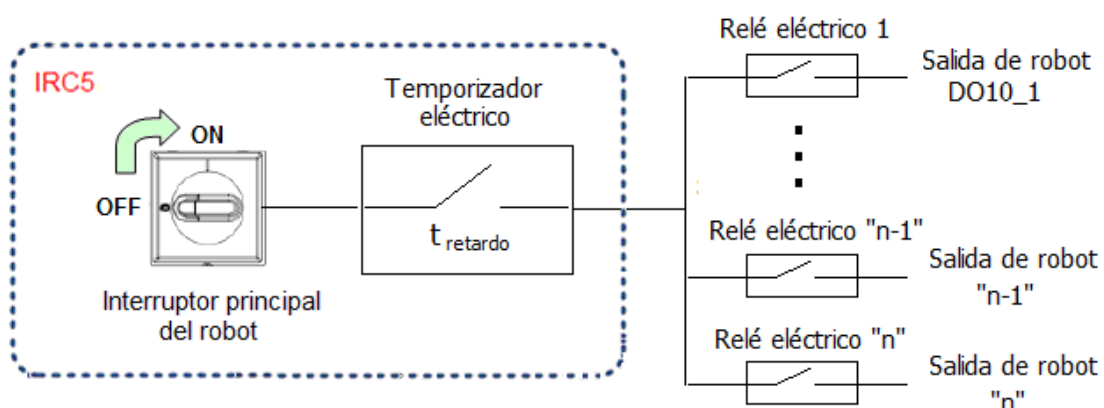


Figura IV.2: Control de varias señales de robot.

4.1.1 Dispositivos del sistema de retardo.

4.1.1.1 Temporizador eléctrico.

Para el funcionamiento del sistema de retardo de la señal de robot que acopla/desacopla la herramienta se utiliza un temporizador eléctrico, modelo **H3DS-AL**, de la marca **OMRON**.



Figura IV.3: Temporizador eléctrico.

Este dispositivo pertenece a la gama básica de temporizadores que operan con modo de operación por retardo a la conexión (ON delay) a partir de un rango de tiempo de 0.1 segundos.

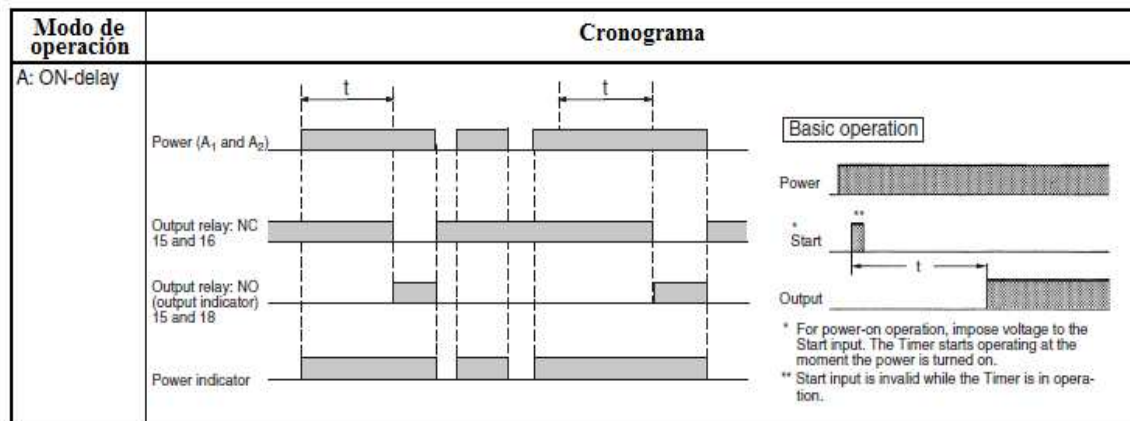


Figura IV.4: Modo de operación del temporizador.

El temporizador será alimentado, a través de la alimentación del controlador del IRC5, a una tensión de 230 Vac e irá ubicado en la puerta interior del mismo mediante sujeción tipo tornillo.

Cada vez que se accione el botón de encendido del robot, el temporizador se enciende (Power) y se ilumina el led de indicación de funcionamiento (Power indicator). Tras ello comienza el conteo del tiempo de retardo asignado y una vez concluido se activa la salida de relé por contacto normalmente abierto (Output relay NO) encargada de la habilitación la señal de salida de robot DO10_1.

Es importante puntualizar que este modo de funcionamiento se ajusta a las necesidades que requiere nuestro sistema de temporizado, ya que durante el tiempo de retardo lo que se consigue es ignorar y despreciar lo que suceda en este intervalo con la señal de salida de robot, manteniendo su estado anterior. Es por tanto que, este modo de funcionamiento no permite retrasar un tiempo de retardo "t" los pulsos inestables ocurridos durante el arranque del robot,

sino que permite despreciar e ignorar durante un tiempo de retardo "t" los pulsos inestables ocurridos durante el arranque del robot.

Así mismo, a modo esquemático, el proceso del temporizador se desarrollará de la siguiente manera:

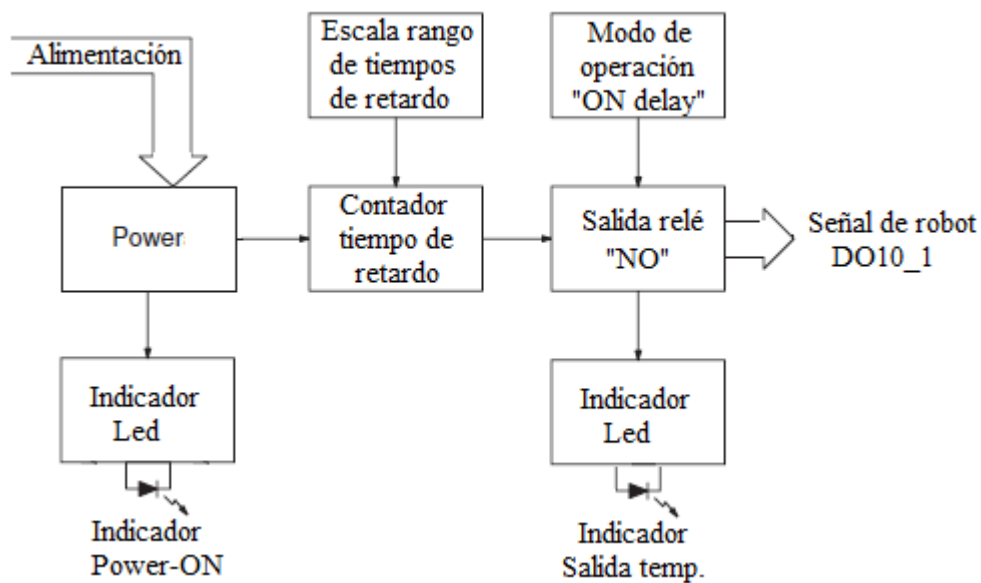


Figura IV.5: Esquema de funcionamiento del temporizador.

Las dimensiones del dispositivo instalado se corresponderán con las detalladas a continuación:

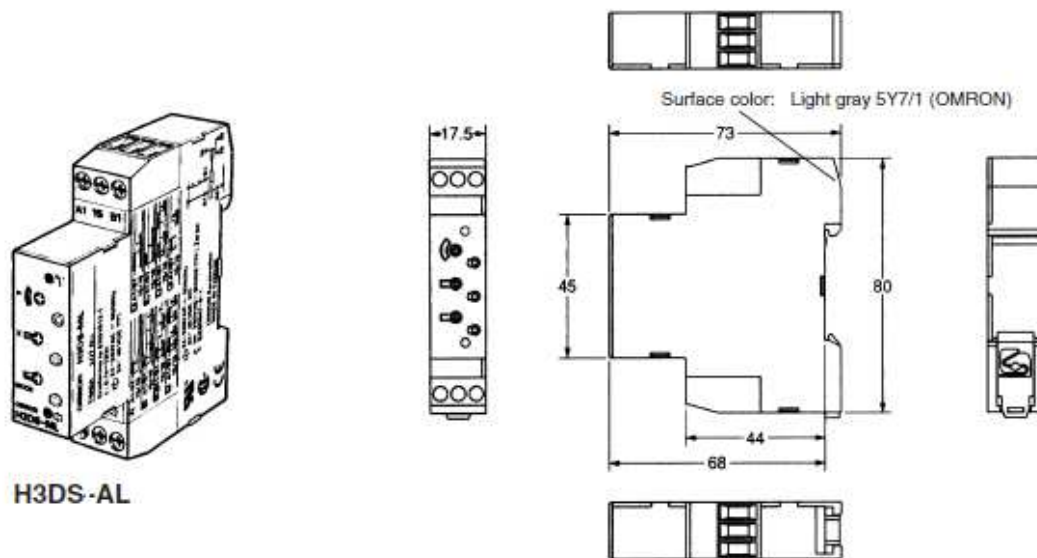


Figura IV.6: Dimensiones del temporizador.

Siendo las características técnicas más importantes establecidas, las referentes al siguiente cuadro:

Características Técnicas	H3DS-AL
Tensión de alimentación	230 VAC
Potencia máxima	32 VA/3W
Conexión externa	tornillo
Tipo de salida	relé (NO)
Modo de operación	1 modo - ON delay
Rango de tiempo	0.1s
Peso	70 g
Protección	IP30

Tabla IV.1: Características técnicas del temporizador.

4.1.1.2 Relé eléctrico.

En caso de controlar mediante temporizado varias señales digitales de robot se dispondrá de un relé eléctrico entre el temporizador eléctrico y cada señal de robot a controlar. Dicho relé eléctrico será de la marca **Omron** (referencia **MY4N220/240AC**) o similar.



Figura IV.7: Relé eléctrico.

El relé deberá ir situado en la puerta interior del controlador IRC5, alimentado a una tensión alterna de 230 Vac del mismo. Además, el contacto lo realizará en modo normalmente abierto y trabajará bajo las siguientes condiciones técnicas:

Características Técnicas	Ref. MY4N220/240AC
Tensión de alimentación	220/240 Vac
Consumo aproximado	1,1 VA
Nº de polos	4
Configuración contacto	NO
Peso	35 g

Tabla IV.2: Características técnicas del relé.

Siendo las dimensiones del dispositivo las detalladas a continuación:

MY4N

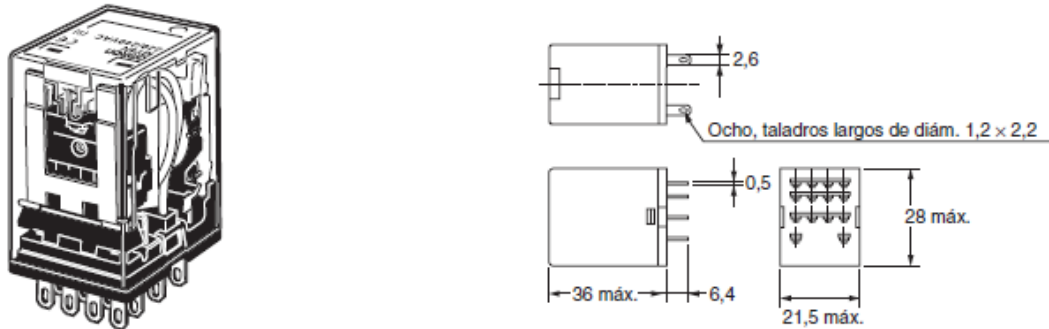


Figura IV.8: Dimensiones del relé.

4.1.1.3 Zócalo relé.

El relé irá acoplado sobre un zócalo asociado de la marca **OMRON**, modelo **PYF14A-N** con las siguientes características técnicas:



Características Técnicas	Ref. PYF14A-N
Tipo de conexión	tornillo
Nº de polos	4
Configuración contacto	NO
Peso	100 g

Tabla IV.3: Características técnicas del zócalo.

Figura IV.9: Zócalo relé.

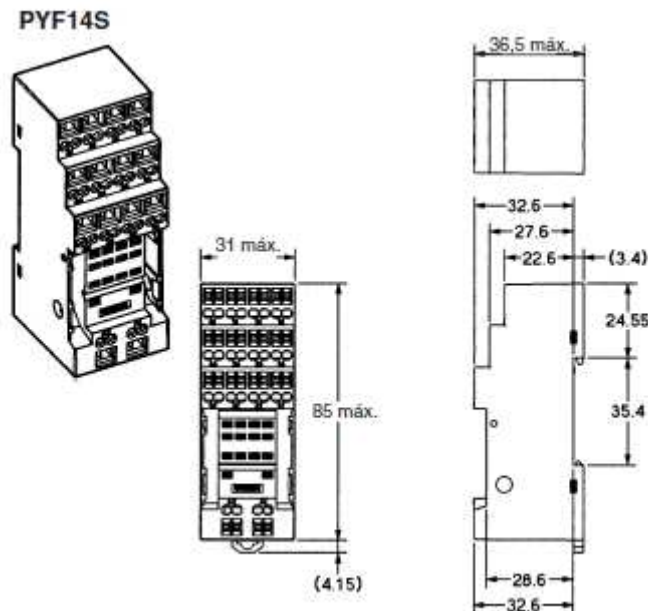


Figura IV.10: Dimensiones del zócalo relé.

4.1.2 Disposición del sistema de retardo en la célula de fabricación.

La disposición de los elementos del sistema de retardo implantados en el interior del armario del controlador IRC5 de la célula queda de acuerdo a las siguientes imágenes:



Figura IV.11: Armario del controlador IRC5.



**Cable de alimentación
a temporizador eléctrico**

Figura IV.12: Seccionador del robot.

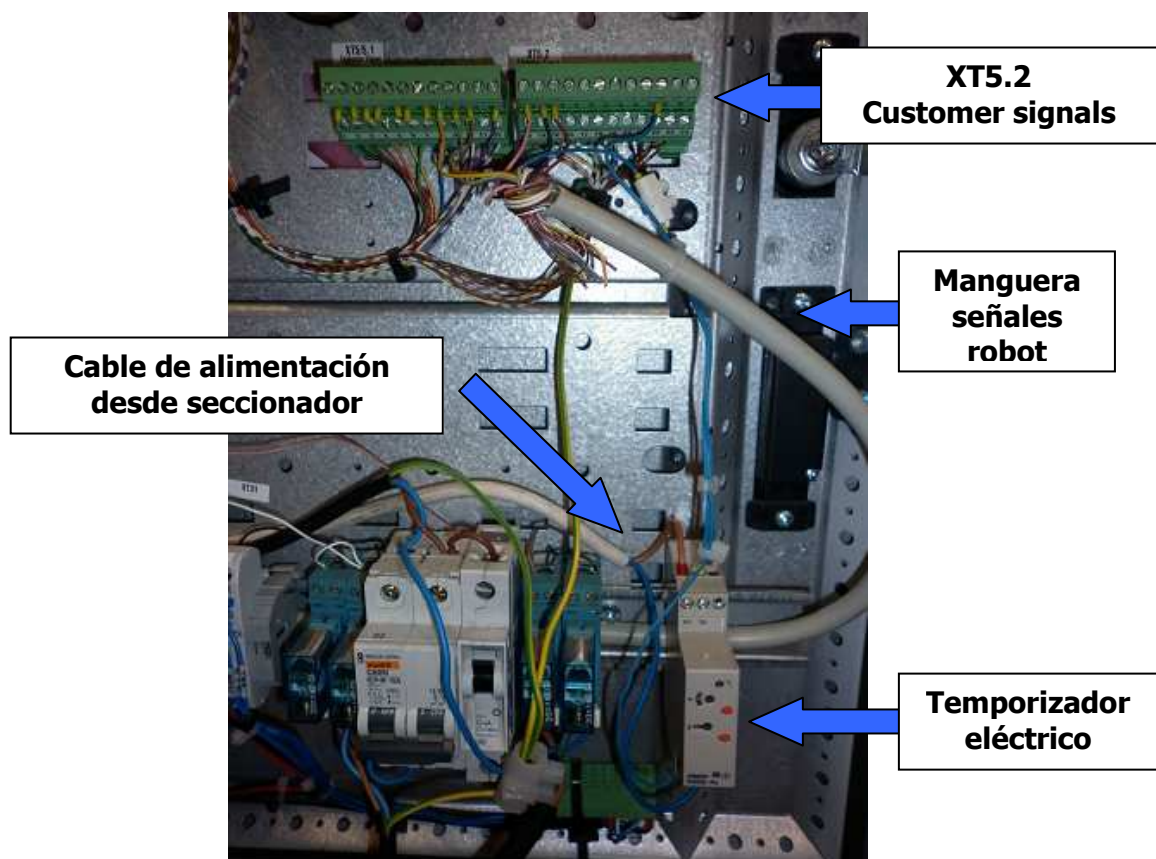


Figura IV.13: Interior puerta IRC5.



Figura IV.14: Temporizador.

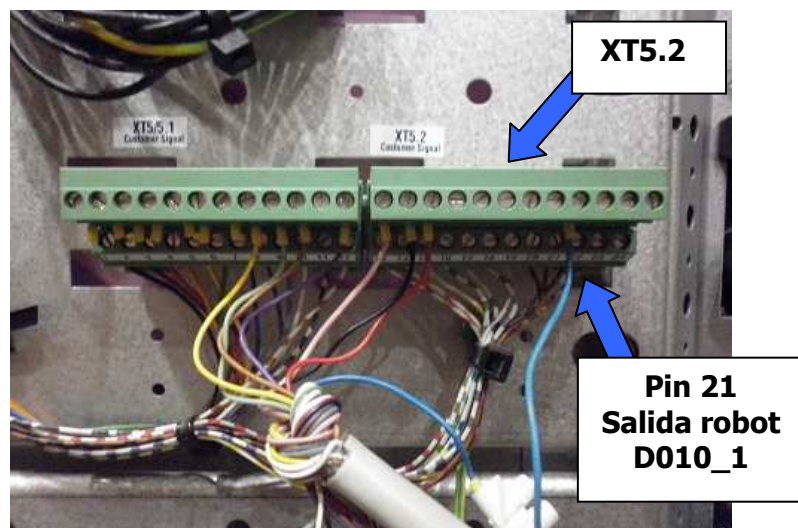


Figura IV.15: Placas XT5 (señales externas de robot).

4.2 Programación y conexión de dispositivos.

4.2.1 Programación del temporizador eléctrico.

El temporizador dispone de una serie de selectores que permiten definir el funcionamiento del dispositivo de acuerdo a nuestras especificaciones.

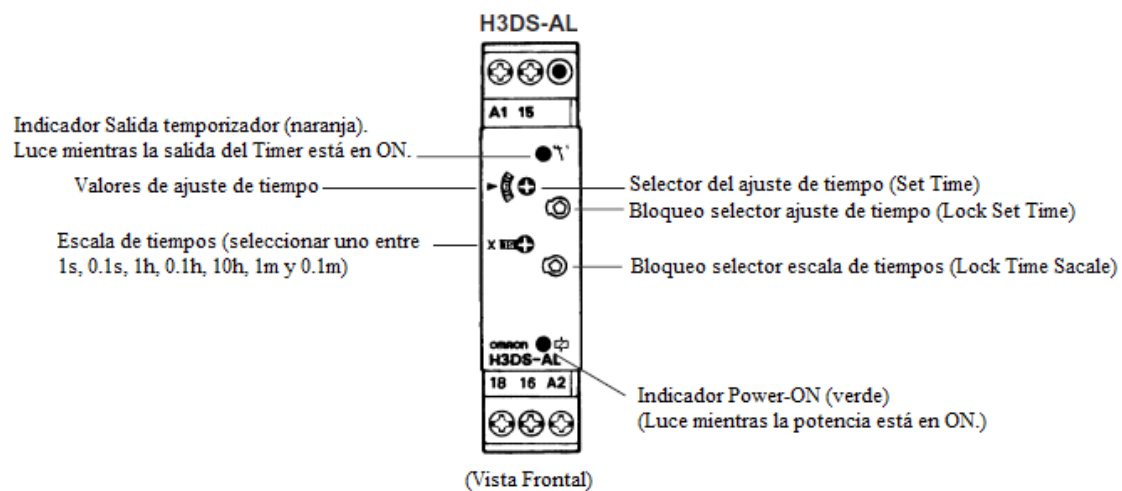


Figura IV.16: Nomenclatura del temporizador eléctrico.

Los selectores pueden ser girados en el sentido de las agujas del reloj y cada posición cuenta con un mecanismo de posición segura mediante chasquido.

- **Selector de escala de tiempos.**

El selector de la escala de tiempos permite escoger entre los siguientes valores que se muestran, por este orden, en la ventana de la izquierda del selector:
1s, 0.1s, 1h, 0.1h, 10h, 1h, 1m, 0.1m.

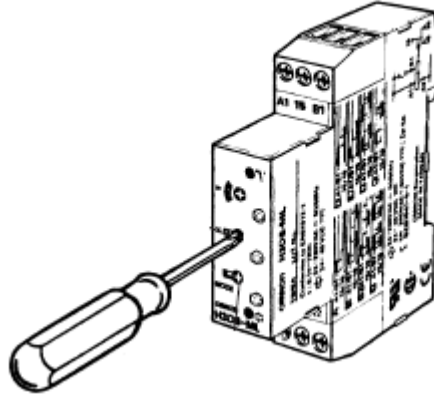


Figura IV.17: Selección y ajuste del temporizador.

Tal como se muestra en la figura anterior, se configura el temporizador para un valor en la escala de tiempos de **0.1s**.

- **Selector de ajuste de tiempo.**

Siguiendo el procedimiento anterior, se configura el valor del ajuste del tiempo de retardo en **4s**.

Es posible ajustar un tiempo elevado como tiempo de retardo (por encima del valor de 1ms definido en el capítulo anterior, valor mínimo para sobrepasar el periodo de pulsos inestables) dado que el temporizado se produce mientras arranca el controlador IRC5 y durante este proceso no es posible el cambio de valores predefinidos en las señales del robot.

- **Bloqueo del selector.**

Una vez definidos los valores de la escala de tiempos y del tiempo de retardo, el temporizador permite fijar dichos valores mediante el Bloqueo/Desbloqueo de

los selectores a fin de evitar cambios indeseados en la programación y funcionamiento del dispositivo, y por consiguiente de la instalación.

Para efectuar el bloqueo del selector, se gira el orificio de bloqueo en el sentido de las agujas del reloj hasta que éste cambie su color a rojo. Del mismo modo, para su desbloqueo, se girará en el sentido contrario.

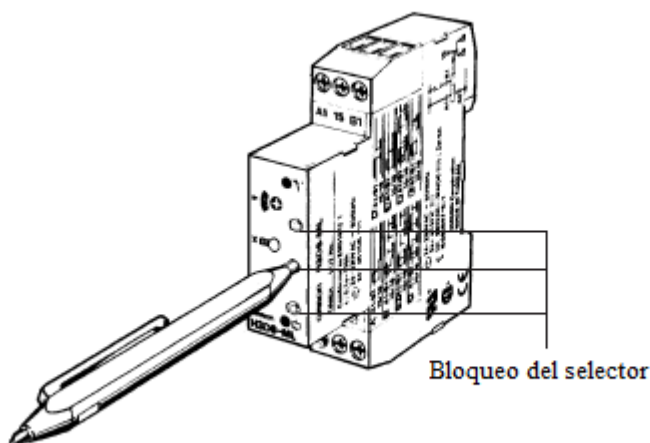


Figura IV.18: Bloqueo del temporizador.

4.2.2 Conexionado del temporizador eléctrico.

Eléctricamente, el temporizador está situado entre el seccionador del interruptor del armario de control del robot y la tarjeta de señales digitales de salida del robot. La alimentación de 230 Vac se hace llegar desde el interior del armario de control IRC5.

Es por tanto que, las conexiones efectuadas en el sistema de temporizado implantado tras el arranque del robot se detallan a continuación:

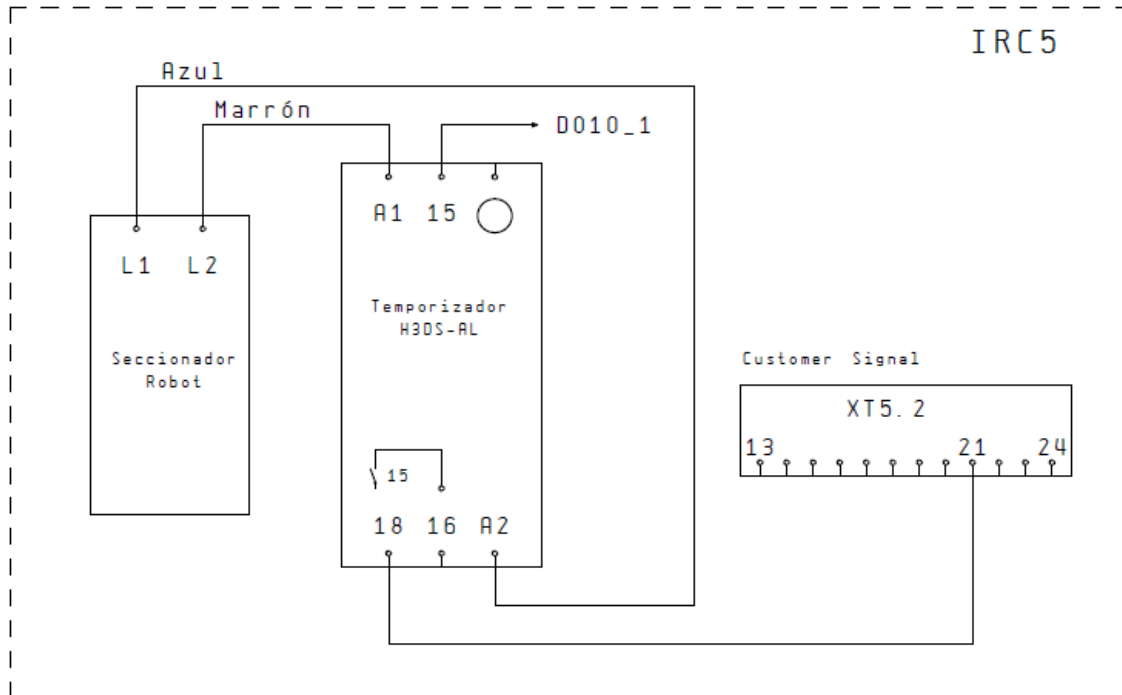


Figura IV.19: Conexión del temporizador.

Siendo,

- L1, L2: Alimentación del temporizador.
- Pin 15-18: Contacto NO.
- D010_1: señal de salida de robot (acoplo/desacoplo herramienta).
- XT5.2: tarjeta Customer Signals del IRC5.

Fe de erratas.

Nótese que el pin 21 de la tarjeta *Customer Signals XT5.2* del controlador IRC5 se hace corresponder a la salida digital de robot D010_1 (señal de Acoplo/Desacoplo de la herramienta) mediante cable azul, y no el pin 22 como se detalla en el proyecto anterior.

4.2.3 Conexión del relé eléctrico.

Como ya se ha comentado anteriormente, en caso de control de varias señales digitales de robot mediante el temporizador eléctrico es necesario incluir un relé eléctrico para cada señal a controlar. No obstante, a fin de facilitar trabajos futuros en los que puedan ser incorporadas otras señales de robot al sistema de temporizado, se detalla a continuación el conexionado eléctrico para la señal digital de salida de robot DO10_1 con la incorporación de dicho relé eléctrico externo.

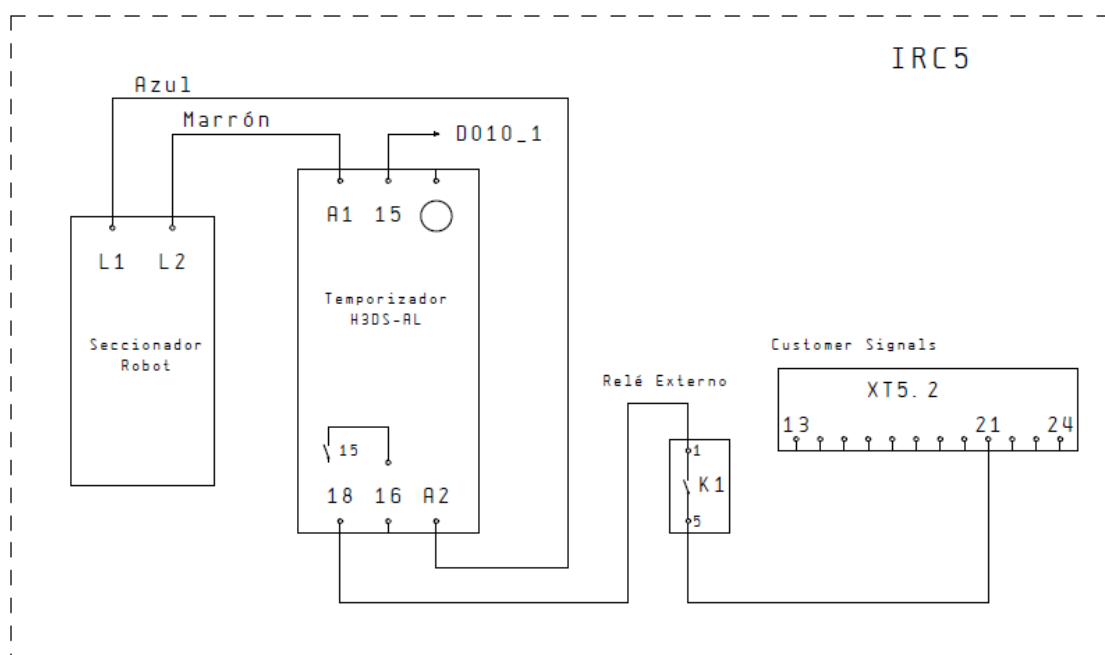


Figura IV.20: Conexión temporizador y relé externo.

Siendo,

- L1, L2: Alimentación del temporizador.
- Pin 15-18: Contacto NO.

- K1: relé eléctrico externo.
- D010_1: señal de salida de robot (acoplo/desacoplo herramienta).
- XT5.2: tarjeta Customer Signals del IRC5.

4.3 Medidas y resultado del sistema implantado.

Una vez implantado el sistema de temporizado eléctrico tras el encendido del robot, diseñado en este proyecto, en la célula de fabricación flexible se obtienen los siguientes resultados en la salida de robot que acopla y desacopla la herramienta:

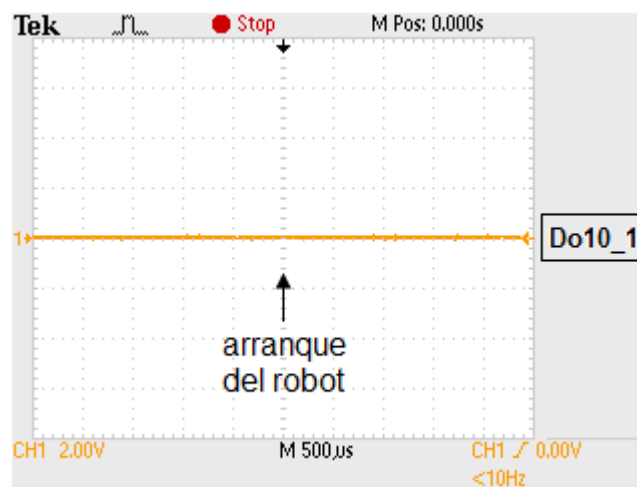


Figura IV.21: Medida con sistema de retardo.

Tras el arranque del robot con la herramienta acoplada, y existiendo aire en el circuito, la señal se mantendrá a cero sin que se produzcan los pulsos inestables que desacoplan la herramienta de forma accidental.

De este modo, la señal digital de salida de robot DO10_1 encargada de controlar el acople y desacople de la herramienta de robot, sólo se activará (valor 1 o desbloqueo) en aquellos momentos previstos y requeridos mediante la programación existente del robot para el ejecutar el ciclo de producción de la célula, y no de forma imprevista y accidental como venía ocurriendo.

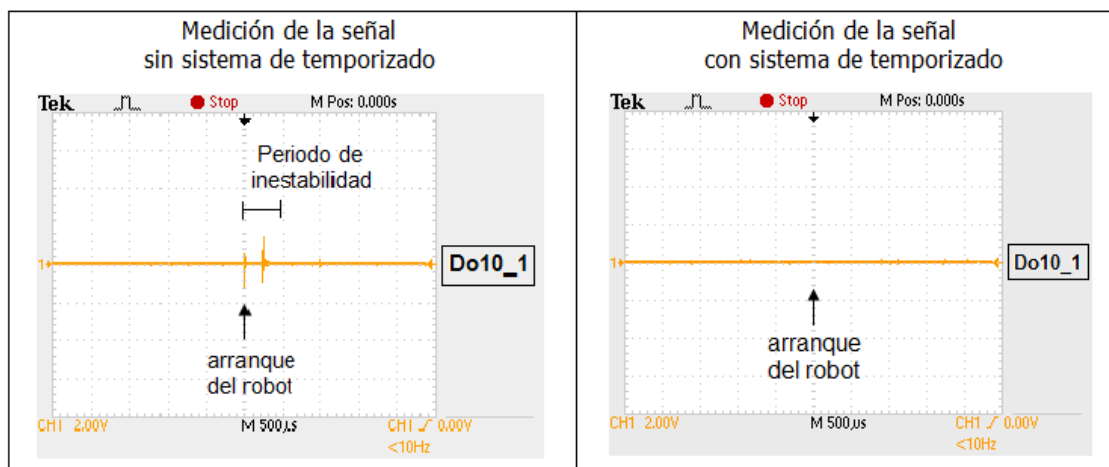


Figura IV.22: Comparación de medidas.

Comparando las medidas obtenidas al inicio del estudio de la señal de salida de robot que controla el acople y desacople de la herramienta frente a las medidas de dicha señal una vez instaurado el sistema de temporizado eléctrico, se observa claramente, que el control de la señal mediante temporización permite disuadir los pulsos inestables ocurridos en el arranque del robot y así corregir el incidente ocurrido con la caída de la herramienta del robot en el proceso de fabricación de la célula.



V. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO



5.1 Conclusiones.

En la elaboración de este proyecto de fin de carrera se tiene como principal objetivo la mejora del cambio de la herramienta acoplada al robot en la célula de fabricación flexible.

Para tal fin, se procede al análisis y resolución de dos problemas concretos:

- El primer problema consiste en arreglar el fallo real de la caída de la herramienta acoplada al robot ocurrido durante el proceso de fabricación de la célula de fabricación flexible robotizada diseñada en proyectos anteriores.
- El segundo problema trata de mejorar el sistema de detección de la herramienta habilitando un mecanismo de localización de dicha herramienta mediante el software del controlador del robot, ya que actualmente sólo es posible el reconocimiento de ésta mediante hardware.

Tras realizar una evaluación general del funcionamiento de la célula y concretar los sistemas implicados que se ven afectados directamente en el primer incidente a solventar, se ha estudiado y valorado la viabilidad de distintas propuestas a fin de encontrar la mejor solución para ser implantada en la célula y erradicar así el problema surgido que incapacita a la célula para su funcionamiento habitual.



En el estudio se analizan tres posibles soluciones,

- **Solución 1.** Actuación sobre mecanismo de agarre mediante retardo neumático.
- **Solución 2.** Actuación tras la salida de robot mediante retardo eléctrico.
- **Solución 3.** Actuación tras encendido de robot mediante retardo eléctrico.

Desarrollando en cada una el funcionamiento teórico establecido dentro de la célula, los elementos de la célula que se verán implicados en su desarrollo y los dispositivos necesarios a instalar. Para cada dispositivo nuevo a instalar, se baraja entre varias opciones que ofrece el mercado, eligiendo el dispositivo que mejor se adapta a las necesidades requeridas.

En cada solución propuesta se hace una valoración de viabilidad en cuanto al coste que supone implementar esa solución, la facilidad o dificultad en el montaje de la misma, la precisión con la que actúa el sistema presentado en el conjunto de la célula y en qué grado afecta dicho sistema en el tiempo de ciclo del proceso de fabricación de la célula robotizada.

Una vez optada la **Solución 3** como la mejor solución, se exponen los requerimientos de montaje, programación, conexionado y demás datos técnicos de cada dispositivo implicado en la misma, necesarios para su efectiva implantación en la célula.



Finalmente, siguiendo las especificaciones anteriormente mencionadas, se implanta el sistema de temporizado en la célula de fabricación flexible robotizada del laboratorio de robótica de la Universidad Carlos III.

Tras realizar los ensayos oportunos, se observa que se corrige el fallo de caída accidental de la herramienta acoplada al robot, objetivo principal de este proyecto, de modo que el acople y desacople del útil alojado en el brazo del robot únicamente se produce en los instantes previstos en que los sea requerido mediante la programación software del robot del proceso de fabricación.

Por otro lado, para mejorar la seguridad en la instalación de la célula, se propone y diseña un sistema de detección de las herramientas cuando reposan en la estantería de herramientas para así completar el control existente de dicho útil durante el proceso de fabricación. Este sistema consiste en añadir los dispositivos necesarios para que la herramienta pueda ser detectada a través del software del controlador y así facilitar la programación en las tareas que ejecuta el robot durante el proceso de fabricación.



5.2 Trabajos futuros.

A partir del trabajo desarrollado en la realización de este proyecto junto con el desarrollo de los proyectos anteriores, se dejan líneas abiertas para la mejora de la célula y optimización del proceso de fabricación flexible, como son:

- Instalación del sistema propuesto para la mejora de la detección y control de las herramientas y reconocimiento software de dicho sistema por el controlador.
- Revisión exhaustiva del funcionamiento de la célula durante el proceso de fabricación con el objetivo de determinar posibles momentos críticos en los que pueda darse el fallo por caída de la herramienta.
- Reconocimiento y exploración de otros fallos que puedan darse en el uso de la célula de fabricación flexible robotizada.
- Mejora y renovación de sistemas de la instalación anticuados o desgastados por el uso.



VI. PRESUPUESTO



6.1 Presupuesto Solución 1: Actuación sobre el mecanismo de agarre mediante retardo neumático.

Cuadro de materiales.

Nº	Código	Denominación material	Precio	Cantidad	Total
1	VM130-01-34	Válvula neumática distribuidora 3/2 NC. Fabricante SMC. Presión 0-10 bar. Métrica 1/8	34,42	1	34,42
2	EVFA3120-02F	Válvula neumática 5/2 NO. Accionamiento y retomo neumático. Fabricante SMC. Presión 1.5-7 bar. Métrica 1/8	69,75	1	69,75
3	SYA5120-01F	Válvula neumática 5/2 NO. Acc. Neumático. Retorno muelle. Fabricante SMC. Presión 1.5-7 bar. Métrica 1/8	48,20	1	48,2
4	VR2110-F01	Temporizador neumático. Retardo Conexión 0.5-60s Fabricante SMC. Presión 1.5-7 bar. Métrica 1/8	111,50	1	111,5
5	TU0604BU	Racordaje Tubo aire azul. Métrica 1/8	19,81	1	19,81
Total materiales:					283,68

Cuadro de mano de obra.

Nº	Denominación mano de obra	Precio	Horas	Total (€)
1	Diseño e instalación	20,00	10	200
Total mano de obra (€):				200

Coste total Solución 1.

Total Solución 1 : 483,68 €.



6.2 Presupuesto Solución 2: Actuación tras la salida de robot mediante retardo eléctrico.

Cuadro de materiales.

Nº	Código	Denominación material	Precio	Cantidad	Total
1	H3DS-AL	Temporizador eléctrico. Retardo Conexión. Fabricante OMRON. 0.1s -120h. 230 Vac. Salida relé.	24,75	1	24,75
Total materiales:					24,75

Cuadro de mano de obra.

Nº	Denominación mano de obra	Precio	Horas	Total (€)
1	Diseño e instalación	20,00	10	200
Total mano de obra (€):				200

Coste total Solución 2.

Total Solución 2 : 224,75 €.



6.3 Presupuesto Solución 3: actuación tras encendido de robot mediante retardo eléctrico.

Cuadro de materiales.

Nº	Código	Denominación material	Precio	Cantidad	Total
1	H3DS-AL	Temporizador eléctrico. Retardo Conexión. Fabricante OMRON. 0.1s -120h. 230 Vac. Salida relé.	24,75	1	24,75
2	MY4N220/240AC	Relé eléctrico. 4 Polos. Fabricante OMRON. 220/240 Vac. 5A.	11,22	1	11,22
3	PYF14A-N	Zócalo relé eléctrico. 4 Polos. Fabricante OMRON. Conexión tornillo.	–	1	0
Total materiales:					35,97

Cuadro de mano de obra.

Nº	Denominación mano de obra	Precio	Horas	Total (€)
1	Diseño e instalación	20,00	10	200
Total mano de obra (€):				200

Coste total Solución 3.

Total Solución 3 : 235,97 €.



VII. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS



- [1] Diseño y puesta en marcha de una célula de fabricación flexible robotizada (I). Proyecto fin de carrera Universidad Carlos III de Madrid.
- [2] Diseño y puesta en marcha de una célula de fabricación flexible robotizada (II). Proyecto fin de carrera Universidad Carlos III de Madrid.
- [3] Página web de ABB.
<http://www.abb.es>.
- [4] Temporización neumática.
Material didáctico de la asignatura de Automatización industrial (Tema 6).
- [5] Tipos de temporizadores.
Material didáctico de la asignatura de Neumática y oleohidráulica.
- [6] Página web de SMC.
<http://www.smc.eu>.
- [7] Página web de FESTO.
<http://www.festo.com>.
- [8] Página web de OMRON.
<http://www.omron.es>.
- [9] Página web de TELEMECANIQUE.
<http://www.schneiderelectric.es>.



[10] Página web de SIEMENS.

<http://www.siemens.es>.



VIII. ANEXOS



8.1 Hojas de características.

- I. IRB2400 (ABB).
- II. IRC5 (ABB).
- III. EVM130-01-34 (SMC).
- IV. EVFA3120-02F (SMC).
- V. SYA5120-01F (SMC).
- VI. VR2110 (SMC).
- VII. VZ-3PK-3 (FESTO).
- VIII. PZVT (FESTO).
- IX. TU0604BU (SMC).
- X. H3DS-AL (OMRON).
- XI. H5CX-AN (OMRON).
- XII. RE11RAMU (TELEMECANIQUE).
- XIII. 7PV1518-1AW30 (SIEMENS).
- XIV. MY4N220/240AC (OMRON).
- XV. PYF14A-N (OMRON).
- XVI. G3RV-SL700-D (OMRON).
- XVII. EA2-M12KS04-M3 (OMRON).

IRB 2400 Industrial Robot

Main Applications

Arc welding
Cutting/Deburring
Glueing/Sealing
Grinding/Polishing
Machine tending
Material handling



Most popular industrial robot

IRB 2400 is the world's most popular industrial robot in its class. It comprises a complete family of application optimized robots that maximize the efficiency of your arc welding, process and tending applications.

The IRB 2400 is a real hard worker. It can take additionally 35 kg load on axis 1 and up to 12 kg additional load on the upper arm - still keeping 100 % duty cycle.

The IRB 2400L model has 1.8 meters reach, 7 kg load capacity, large working range and slim arm and wrist. Other models offer handling capacity of up to 20 kg, excellent motion control, large load offset and unlimited motion in axis 6.

This means there's an IRB 2400 robot to give you excellent performance in your material handling, tending and process applications. All models offer you inverted mounting capability. The compact design of the IRB 2400 ensures ease of installation. The robust construction and use of minimum parts contribute to high reliability and long intervals between maintenance.

The Foundry Plus version is washable with high pressure steam and it's supplied with increased environment protection meeting IP 67 standard.

IRB 2400

Main applications

Arc welding, cutting/deburring, glueing/sealing, grinding/polishing, machine tending, material handling

Specification

Variants	Reach	Payload	Protection
IRB 2400L	1.8 m	7 kg	Foundry
IRB 2400-10	1.55 m	12 kg	FoundryPlus
IRB 2400-16	1.55 m	20 kg	FoundryPlus

Number of axes	6
Mounting	Floor and inverted all versions. Wall IRB 2400-10

Supplementary load	IRB 2400L	IRB 2400-10	IRB 2400-16
Upper arm,			
-wrist end	1 kg	2 kg	2 kg
-rear end	10 kg	10 kg	10 kg
Base unit	35 kg	35 kg	35 kg

Physical

Dimensions	IRB 2400L	IRB 2400-10	IRB 2400-16
Total height	1731 mm	1564 mm	1564 mm
Robot base	723x600 mm	723x600 mm	723x600 mm
Robot weight	380 kg	380 kg	380 kg

Performance (according to ISO 9283)

Position repeatability (RP)	0.03 - 0.07 mm depending on variant
Path repeatability	0.11-0.15 mm depending on variant

Movements

Axis	IRB 2400L	IRB 2400-10	IRB 2400-16
Working range			
Axis 1	360°	360°*	360°
Axis 2	210°	210°	210°
Axis 3	125°	125°	125°
Axis 4	370°	400°	400°
Axis 4, Option	–	Unlimited	Unlimited
Axis 5	230°	240°	240°
Axis 6	800°	800°	800°
Axis 6, Option	Unlimited	Unlimited	Unlimited

Max. speed

Positioning			
Axis 1	150°/s	150°/s	150°/s
		90° **	
Axis 2	150°/s	150°/s	150°/s
		90° **	
Axis 3	150°/s	150°/s	150°/s
		90° **	
Axis 4	360°/s	360°/s	360°/s
Axis 5	360°/s	360°/s	360°/s
Axis 6	450°/s	450°/s	450°/s

**) For wall mounted version

*) ± 30° for wall mounted robot

Electrical Connections

Supply voltage	200–600 V, 50/60 Hz
Power consumption	ISO-Cube at max speed 0.67 kW

Environment

Ambient temperature for mechanical unit:

During operation	+5°C (41°F) to + 45°C (113°F)
Relative humidity	Max. 95%

Degree of protection	IRB 2400L	IRB 2400-10	IRB 2400-16
Standard and Clean Room versions	IP54		IP54
Foundry or Foundry Plus versions		IP55/67	IP67IP67

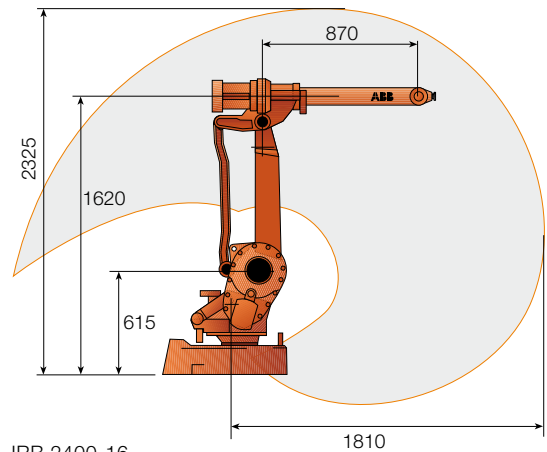
Noise level	Max. 70 dB (A)
-------------	----------------

Emission	EMC/EMI-shielded
----------	------------------

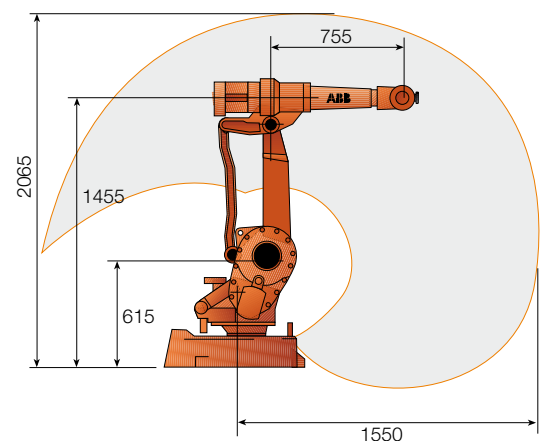
Data and dimensions may be changed without notice

Working range

IRB 2400L



IRB 2400-10, IRB 2400-16



IRC5

Industrial Robot Controller

Fifth generation robot controller

Based on more than four decades of robotics experience, the IRC5 sets a benchmark in the robotics industry. In addition to ABB's unique motion control it brings flexibility, safety, modularity, customer adapted user interface, multi robot control and PC tool support.



Safety

Operator safety is a central quality of the IRC5, fulfilling all relevant regulations with good measure, as certified by third-party inspections. Electronic position switches and SafeMove represent a new generation of safety, enabling more flexible cell safety concepts, e.g. involving collaboration between robot and operator.

Motion control

Based on advanced dynamic modelling, the IRC5 optimizes the performance of the robot for the physically shortest possible cycle time (QuickMove) and precise path accuracy (TrueMove). Together with a speed-independent path, predictable and high-performance behavior is delivered automatically, with no tuning required by the programmer. What you program is what you get.

Modularity

The IRC5 comes in different variants in order to provide a cost-effective solution for every need. The ability to stack modules on top of each other, put them side by side or distributed in the cell is a unique feature, leading to optimization of footprint and cell layout.

The compact variant comes with the IRC5 capabilities in a true compact format, able to control the lower end of the IRB range.

The panel-mounted version comes without a cabinet, enabling integration in any encapsulation for exceptional compactness or for special environmental requirements.

FlexPendant

The FlexPendant is characterized by its clean, color touch screen-based design and 3D joystick for intuitive interaction. Powerful customized application support enables loading of

tailor-made applications, e.g. operator screens, thus eliminating the need for a separate operator HMI.

RAPID programming language

RAPID programming provides the perfect combination of simplicity, flexibility and power. It is a truly unlimited language with support for structured programs, shop floor language and advanced features. It also incorporates powerful support for many process applications.

Communication

The IRC5 supports the state-of-the-art field busses for I/O and is a well-behaved node in any plant network. Sensor interfaces, remote disk access and socket messaging are examples of the many powerful networking features.

Remote Service enabled

Remote monitoring of the robot is available through GSM or Ethernet. Advanced diagnostics allow fast investigation on failure as well as monitoring of the robot condition throughout the life cycle. Service packages include backup management, reporting and proactive maintenance activities.

RobotStudio

A powerful PC tool for working with IRC5 data on-line as well as off-line. In off-line mode, RobotStudio provides a perfect digital copy of the robot system together with strong programming and simulation features.

MultiMove

Control of up to four robots from one controller, with a compact drive module added for each additional robot. MultiMove opens up previously unthinkable operations, thanks to the perfect coordination of complex motion patterns.

Specification

Control hardware:	Multi-processor system PCI bus Pentium® CPU Flash disk for mass memory Energy back-up power failure handling USB memory interface
Control software:	Object-oriented design High-level RAPID programming language Portable, open, expandable PC-DOS file format RobotWare software products Preloaded software, also available on DVD

Electrical Connections

Supply voltage:	200-600 V, 50-60 Hz Integrated transformer or direct mains connection
-----------------	--

Physical	Size H x W x D	Weight
Single cabinet	970 x 725 x 710 mm	150 kg
Dual cabinet	1370 x 725 x 710 mm	180 kg
Control module	720 x 725 x 710 mm	50 kg
Drive module	720 x 725 x 710 mm	130 kg
Empty cabinet for customer equipment	- small 720 x 725 x 710 mm - large 970 x 725 x 710 mm	35 kg 42 kg
Panel Mounted *)		
Control module	375 x 498 x 271 mm	12 kg
Drive Module	375 x 498 x 299 mm	24 kg
Compact controller **)	258 x 450 x 565 mm	27.5 kg
*) IRB 140, 340, 1600, 260	**) IRB 120, 140, 260, 360, 1410, 1600	

Environment

Ambient temperature:	0-45°C (32-113°F) option 0-52°C (32-125°F)
Relative humidity:	Max. 95%
Level of protection:	IP 54 (cooling ducts IP 33) Panel Mounted and Compact IP 20
Fulfilment of regulations:	Machine directive 98/37/EC regulations Annex II B EN 60204-1:2006 ISO 10218-1:2006 ANSI/RIA R 15.06 - 1999 UL 1740-1998

User Interfaces

Control panel:	On cabinet or remote
FlexPendant:	Weight 1 kg Graphical color touch screen Joystick Emergency stop Hot plug Support for right and left-handed operators USB Memory support
Maintenance:	Status LEDs Diagnostic software Recovery procedures Logging with time stamp Remote Service enabled

Safety

Basic:	Safety and emergency stops 2-channel safety circuits with supervision 3-position enabling device
Electronic Position	
Switches:	5 safe outputs monitoring axis 1-7
SafeMove:	Supervision of stand-still, speed, position and orientation (robot and additional axes) 8 safe inputs for function activation, 8 safe monitoring outputs

Machine Interfaces

Inputs/outputs:	Up to 2200 signals
Digital:	24V DC or relay signals
Analogue:	2 x 0-10V , 3 x $\pm 10V$, 1 x 4-20mA
Serial channel:	3 x RS 232/RS 422
Network:	Ethernet(10/100 Mbits per second)
Two channels:	Service and LAN
Fieldbus Master:	DeviceNet™ PROFINET PROFIBUS DP Ethernet/IP™
Fieldbus Slave:	PROFINET (8192 I/O signals) PROFIBUS DP Ethernet/IP™ Allen-Bradley Remote I/O CC-link
Conveyor encoder	Up to 6 channels
Integrated PLC	AC500

Sensor Interfaces

Search stop with automatic program shift
Seam/contour tracking
Conveyor tracking
Machine vision
Force Control

Data and dimensions may be changed without notice.



Compact controller



Panel mounted controller

2/3 Port Mechanical Valve

Series VM100

Compact size.

Porting options: Side porting

Bottom porting

A variety of actuator styles.

Specifications

Piping	Side piping	Bottom piping
Fluid	Air	
Operating pressure	-100kPa to 1.0MPa	
Ambient and fluid temperature	-5 to 60°C (No freezing)	
Effective area (N ₂ /min)	2.5mm ² (124.81)	
Recommended lubricant	Not required/Turbine oil #1 (ISO VG32)	
Port size	1/8	M5 X 0.8
Weight (Basic)	95g	110g

Model

		Side piping		Bottom piping		Part No.	Application
		2 port	3 port	2 port	3 port		
Mechanical operation	Basic	VM120-01-00 VM121-01-00	VM130-01-00 VM131-01-00	VM122-M5-00 VM123-M5-00	VM132-M5-00 VM133-M5-00	—	
	Roller lever	VM121-01-01	VM131-01-01	VM123-M5-01	VM133-M5-01	—	Polyacetal roller
		VM121-01-01S	VM131-01-01S	VM123-M5-01S	VM133-M5-01S	—	Hard steel roller
	One way roller lever	VM121-01-02	VM131-01-02	VM123-M5-02	VM133-M5-02	—	Polyacetal roller
		VM121-01-02S	VM131-01-02S	VM123-M5-02S	VM133-M5-02S	—	Hard steel roller
	Straight plunger	VM120-01-05	VM130-01-05	VM122-M5-05	VM132-M5-05	VM-05B	—
	Roller plunger	VM120-01-06	VM130-01-06	VM122-M5-06	VM132-M5-06	VM-06B	Polyacetal roller
		VM120-01-06S	VM130-01-06S	VM122-M5-06S	VM132-M5-06S	VM-06BS	Hard steel roller
	Cross roller plunger	VM120-01-07	VM130-01-07	VM122-M5-07	VM132-M5-07	VM-07B	Polyacetal roller
		VM120-01-07S	VM130-01-07S	VM122-M5-07S	VM132-M5-07S	VM-07BS	Hard steel roller
Manual operation	Toggle lever	VM120-01-08	VM130-01-08	VM122-M5-08	VM132-M5-08	VM-08B	
	Push button (Mushroom)	VM120-01-30R	VM130-01-30R	VM122-M5-30R	VM132-M5-30R	VM-30AR	Red
		VM120-01-30B	VM130-01-30B	VM122-M5-30B	VM132-M5-30B	VM-30AB	Black
		VM120-01-30G	VM130-01-30G	VM122-M5-30G	VM132-M5-30G	VM-30AG	Green
		VM120-01-30Y	VM130-01-30Y	VM122-M5-30Y	VM132-M5-30Y	VM-30AY	Yellow
	Push button (Extended)	VM120-01-32R	VM130-01-32R	VM122-M5-32R	VM132-M5-32R	VM-32AR	Red
		VM120-01-32B	VM130-01-32B	VM122-M5-32B	VM132-M5-32B	VM-32AB	Black
		VM120-01-32G	VM130-01-32G	VM122-M5-32G	VM132-M5-32G	VM-32AG	Green
		VM120-01-32Y	VM130-01-32Y	VM122-M5-32Y	VM132-M5-32Y	VM-32AY	Yellow
	Push button (Flush)	VM120-01-33	VM130-01-33	VM122-M5-33	VM132-M5-33	VM-33A	With a set of red, black, green, yellow
	Twist selector (2 position)	VM120-01-34R	VM130-01-34R	VM122-M5-34R	VM132-M5-34R	VM-34AR	Red
		VM120-01-34B	VM130-01-34B	VM122-M5-34B	VM132-M5-34B	VM-34AB	Black
		VM120-01-34G	VM130-01-34G	VM122-M5-34G	VM132-M5-34G	VM-34AG	Green
		VM120-01-34Y	VM130-01-34Y	VM122-M5-34Y	VM132-M5-34Y	VM-34AY	Yellow
	Key selector (2 position)	VM120-01-36	VM130-01-36	VM122-M5-36	VM132-M5-36	VM-36A	
	Twist selector (3 position)	VM131-01-35R	VM151-01-35R	VM133-M5-35R	VM153-M5-35R	—	Red
		VM131-01-35B	VM151-01-35B	VM133-M5-35B	VM153-M5-35B	—	Black
		VM131-01-35G	VM151-01-35G	VM133-M5-35G	VM153-M5-35G	—	Green
		VM131-01-35Y	VM151-01-35Y	VM133-M5-35Y	VM153-M5-35Y	—	Yellow
		(3 port)	(5 port)	(3 port)	(5 port)		



Note) Actuator replacement is available for all styles except for roller lever, one way roller lever, and 3 position selector.

How To Order

Ordering Code Example: E VM1 3 1 01 01 S

Area code

-	Japan, Asia, Australia, England
E	Europe
N	North America

Port size

01	1/8
M5	M5 X 0.8 (Female thread)

Thread

-	Rc(PT)
F	G(PF)
N	NPT
T	NPTF

Piping direction and plunger length

		Side		Bottom	
		Long	Short	Long	Short
0	Long				
1	Short				
2	Long				
3	Short				

Number of ports

2	2 ports
3	3 ports

Actuator

00	Basic
01	Roller lever
02	One way roller lever
05	Straight plunger
06	Roller plunger
07	Cross roller plunger
08	Toggle lever
30	Push button (Mushroom)
32	Push button (Extended)
33	Push button (Flash)
34	Twist selector (2 position)
36	Key selector (2 position)
35	Twist selector (3 position)

Suffix of actuator

S	Hard steel roller
R	Red
B	Black
G	Green
Y	Yellow

Indicator

Z	W/ miniature indicator (Bottom piping only.)
---	--

Possible combination: ○, **Impossible combination:** X

Actuator	Plunger length	Side		Bottom	
		Long	Short	Long	Short
Basic	00	○	○	○	○
Roller lever	01	○	○	○	○
One way roller lever	02	○	○	○	○
Straight plunger	05	○	○	○	○
Roller plunger	06	○	○	○	○
Cross roller plunger	07	○	○	○	○
Toggle lever	08	○	○	○	○
Push button (Mushroom)	30	○	○	○	○
Push button (Extended)	32	○	○	○	○
Push button (Flash)	33	○	○	○	○
Twist selector (2 position)	34	○	○	○	○
Key selector (2 position)	36	○	○	○	○
Twist selector (3 position)	35	○	○	○	○

Construction

Side piping

Non-actuated

Actuated

Bottom piping

Non-actuated

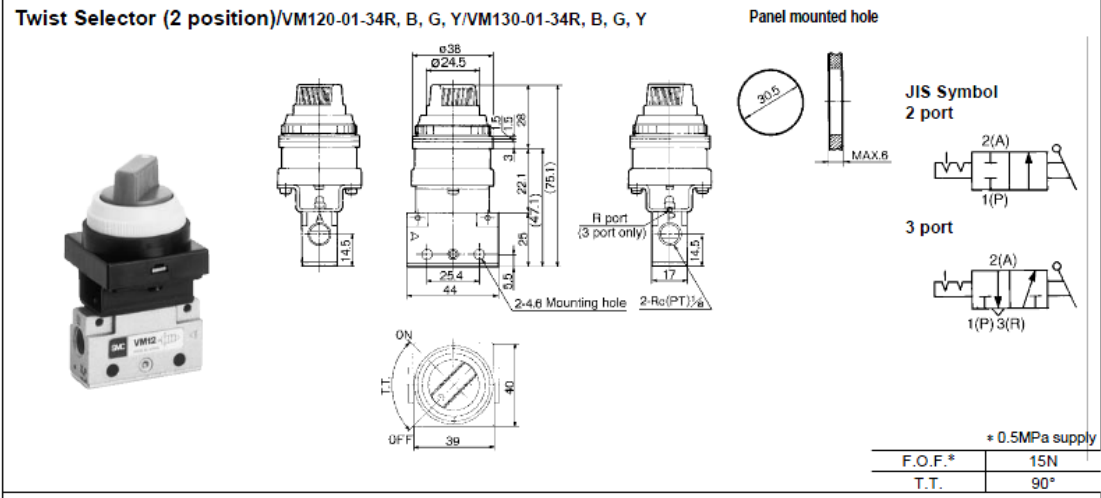
Actuated

Component Parts

No.	Description	Material	Notes
①	Body	Zinc alloy	Metallic plated
②	Plunger	Polyacetal	
③	Valve seat	Polyacetal	
④	Valve	NBR	
⑤	Spring	Stainless steel	

No.	Description	Material	Notes
⑥	Gasket	NBR	
⑦	Cover	Rolled steel	
⑧	Subplate	Zinc alloy	Metallic plated
⑨	Hexagon socket head plug	Rolled steel	

Series VM100/Side Piping





Válvulas de accionamiento neumático, mecánico y manual



Válvulas de accionamiento neumático 5/2 vías, monoestable y biestable. **Serie EVFA3000**

- G(PF)1/4
- Tamaño reducido, anchura 27 mm.
- Posibilidad de montaje individual o batería.
- Accionamiento manual.



Referencia válvula	Símbolo	Tipo	Conexión	Presión de trabajo (bar)	Caudal NI/min (Cv)
EVFA3130-02F		Monoestable	G(PF)1/4	1,5 ~ 9	984 (1)
EVFA3230-02F		Biestable	G(PF)1/4	1 ~ 9	

Accesorios

EVV5F3-30-021F	*Bloque múltiple de montaje para 2 electroválvulas. Conexión G1/4
EVV5F3-30-031F	*Bloque múltiple de montaje para 3 electroválvulas. Conexión G1/4
EVV5F3-30-041F	*Bloque múltiple de montaje para 4 electroválvulas. Conexión G1/4
EVV5F3-30-061F	*Bloque múltiple de montaje para 6 electroválvulas. Conexión G1/4
EVV5F3-30-081F	*Bloque múltiple de montaje para 8 electroválvulas. Conexión G1/4
EVV5F3-30-101F	*Bloque múltiple de montaje para 10 electroválvulas. Conexión G1/4
DXT031-38-1A	Placa ciega (para dejar un espacio de reserva en lugar de válvula)

* Disponibles bajo demanda para posiciones intermedias o hasta 20 posiciones.

Válvulas de accionamiento neumático 5/2 vías, monoestable y biestable. **Serie EVFA5000**

- G(PF)3/8
- Tamaño reducido, anchura 32 mm.
- Posibilidad de montaje individual o batería.
- Accionamiento manual.



Referencia válvula	Símbolo	Tipo	Conexión	Presión de trabajo (bar)	Caudal NI/min (Cv)
EVFA5120-03F		Monoestable	G(PF)3/8	1,5 ~ 9	2.450 (2,5)
EVFA5220-03F		Biestable	G(PF)3/8	1,5 ~ 9	

Accesorios

EVV5F5-20-021F	*Bloque múltiple de montaje para 2 electroválvulas. Conexión G1/4
EVV5F5-20-031F	*Bloque múltiple de montaje para 3 electroválvulas. Conexión G1/4
EVV5F5-20-041F	*Bloque múltiple de montaje para 4 electroválvulas. Conexión G1/4
EVV5F5-20-061F	*Bloque múltiple de montaje para 6 electroválvulas. Conexión G1/4
EVV5F5-20-081F	*Bloque múltiple de montaje para 8 electroválvulas. Conexión G1/4
EVV5F5-20-101F	*Bloque múltiple de montaje para 10 electroválvulas. Conexión G1/4
DXT156-19-1A	Placa ciega (para dejar un espacio de reserva en lugar de válvula)

* Disponibles bajo demanda para posiciones intermedias o hasta 20 posiciones.

Válvulas de accionamiento neumático 3/2 vías, asiento plano. **Serie EVPA300•500•700**

- G(PF)1/4•3/8•1/2
- Montaje individual.
- Convertible en NA o NC, cambiando la tapeta y conectando la presión en P o en R.

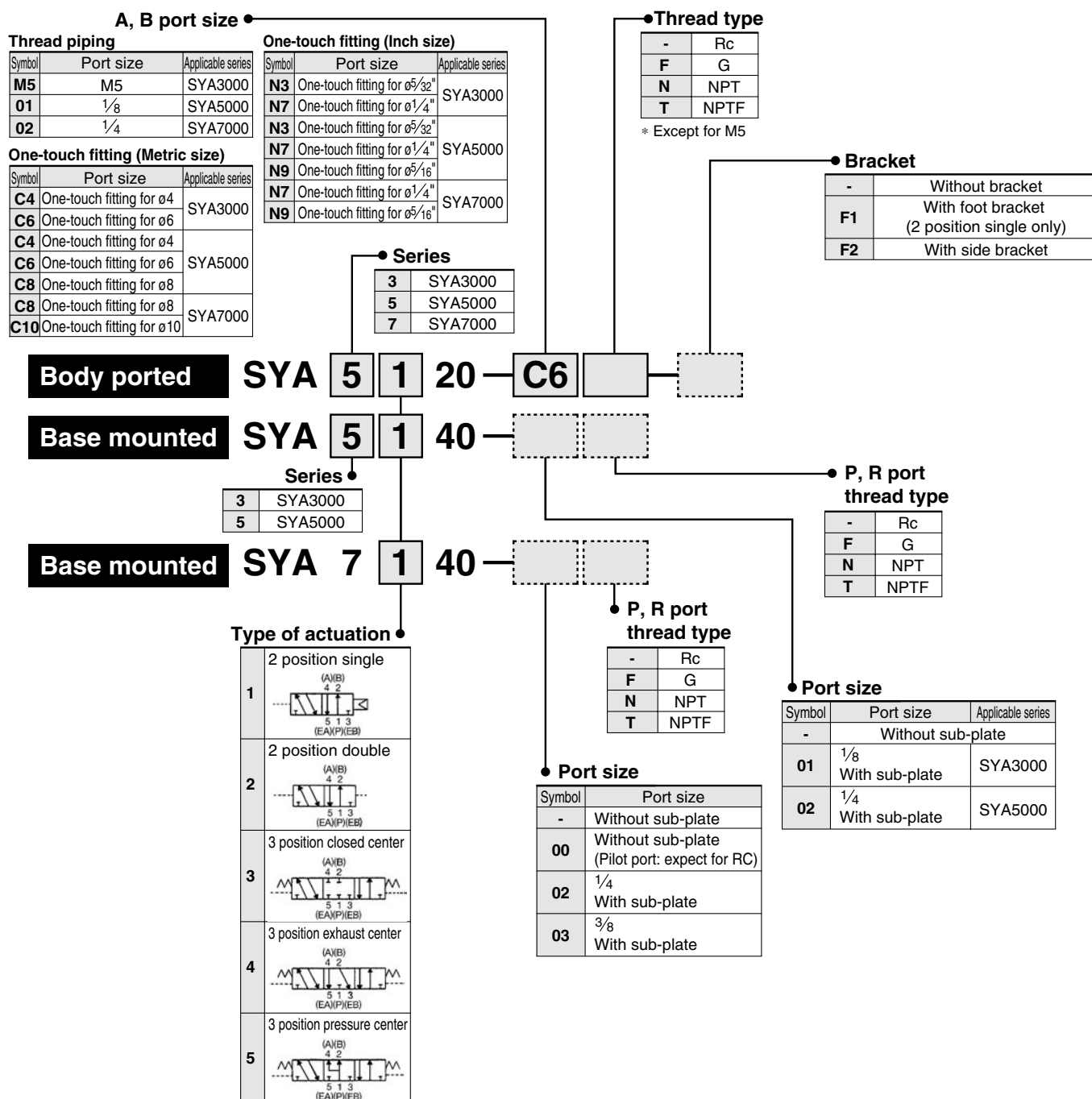


Referencia válvula	Símbolo	Tipo y función	Conexión	Presión de trabajo (bar)	Caudal NI/min (Cv)
EVPA342-02FA		3/2 vías monoestable NC-NA	G(PF)1/4	2 ~ 8	984 (1)
EVPA542-03FA			G(PF)3/8		2.263 (2,3)
EVPA742-04FA			G(PF)1/2		3.936 (4)

5 Port Air Operated Valve

Series SYA3000/5000/7000

How to Order



Specifications

Fluid		Air
Operating pressure range MPa	2 position single	0.15 to 0.7
	2 position double	0.1 to 0.7
	3 position	0.2 to 0.7
Pilot pressure range <small>Note 1)</small> MPa	2 position single	$(0.7 \times P + 0.1)$ to $0.7P$: Operating pressure range
	2 position double	0.1 to 0.7
	3 position	0.2 to 0.7
Ambient and fluid temperature (°C)		Max. 60
Manual override (Manual operation)		Non-locking push type
Lubrication		Not required
Mounting orientation		Unrestricted
Impact/Vibration resistance (m/s ²) <small>Note 2)</small>		150/30



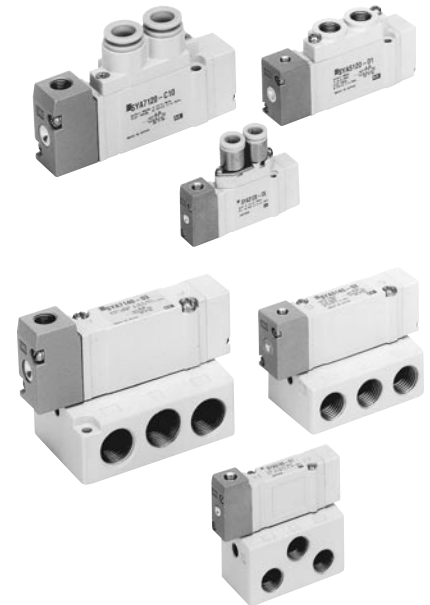
Note 1) In case of single type, be certain that pressure within operating pressure range be supplied to supply port, because return pressure is introduced from supply port {1(P)} for activation.

Note 2) Impact resistance: No malfunction resulted from the impact test using a drop impact tester. The test was performed on the axis and right angle directions of the main valve and armature, when pilot signal is ON and OFF. (Value in the initial state)

Vibration resistance: No malfunction occurred in one sweep test between 8.3 and 2000 Hz. Test was performed to axis and right angle directions of the main valve and armature when pilot signal is ON and OFF. (Value in the initial state)

⚠ Caution

For Safety Instructions and Common Precautions, refer to back page 1 through to 15.



How to Order Manifold Base

Same manifolds as series SY (Non plug-in style) are prepared.
(For 20, 41, 42 and 45 Types)

SS5YA³₅— Fill the same as SS5Y³₅.

* Specify the part numbers for valves and options together beneath the manifold base part number.

<Example>

SS5YA5-42-03-02 1 set (Type 42, 3 station manifold base part no.)
 * SYA5140 1 set (Single air operated valve part no.)
 * SYA5240 1 set (Double air operated valve part no.)
 * SY5000-26-20A-Q 1 set (Blanking plate assembly part no.)

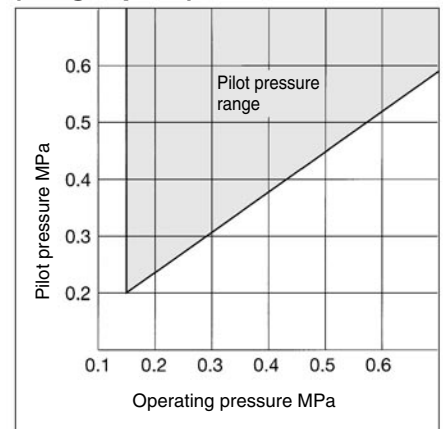
↳ The asterisk denotes the symbol for assembly.

Prefix it to the part nos. of the solenoid valve, etc.



Note) When single body ported air operated valves are ordered, manifold mounting bolts and gaskets are not included. Order them separately if necessary.
(For details, refer to page 56.)

Pilot Pressure Range (Single pilot)

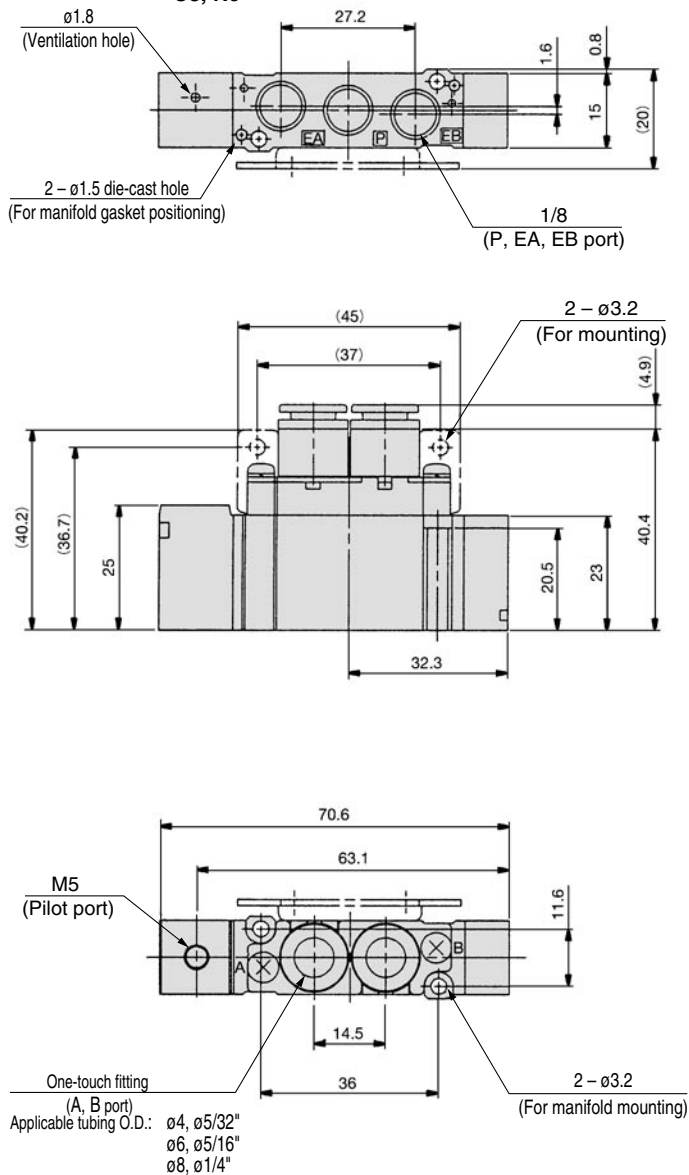


SYA3000/5000/7000

Series SYA5000: Body Ported

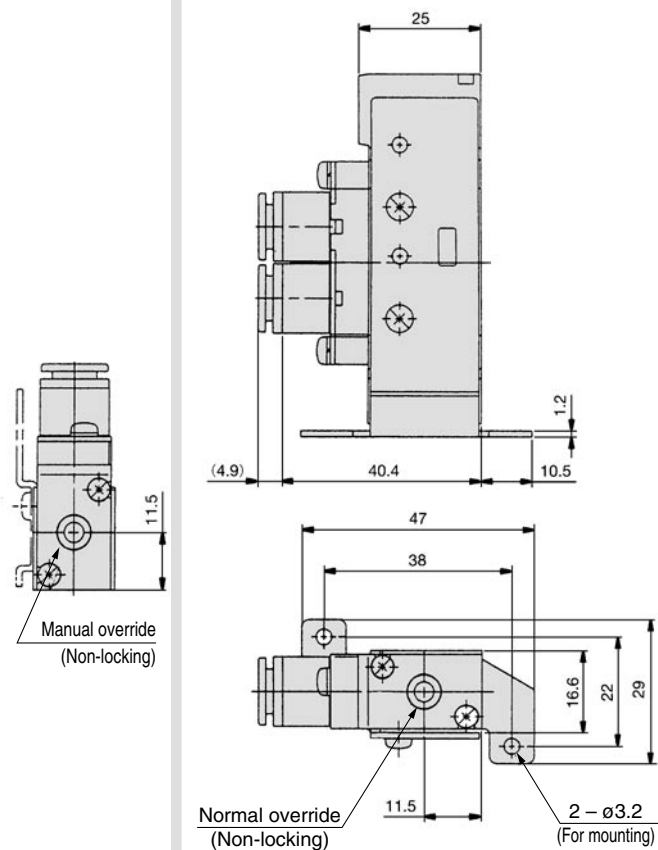
2 position single

SYA5120-C6, N3
C8, N9 □(-F2)

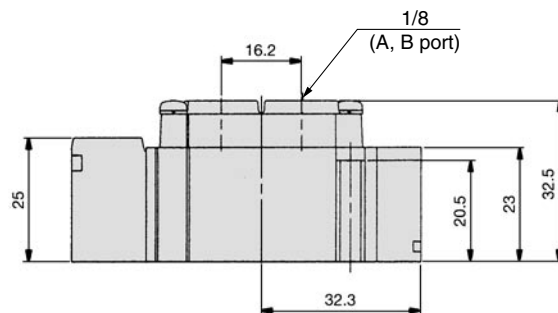


Foot bracket

SYA5120-C6, N3
C8, N9 □-F1



SYA5120-01 □

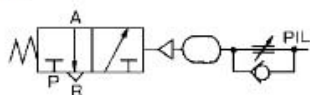


Productos relacionados *VR2110*
Válvula con temporizador

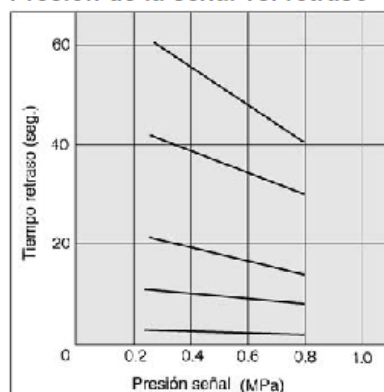
La combinación del orificio regulable y el caudal fijo permiten la transmisión de una señal neumática después de un periodo fijado.



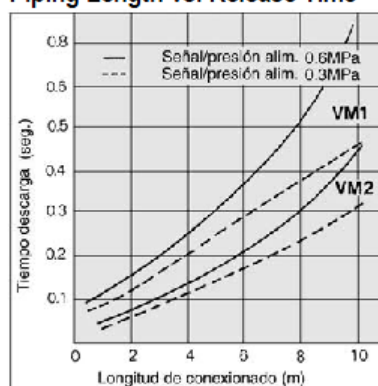
Simbolo



Presión de la señal vs. retraso



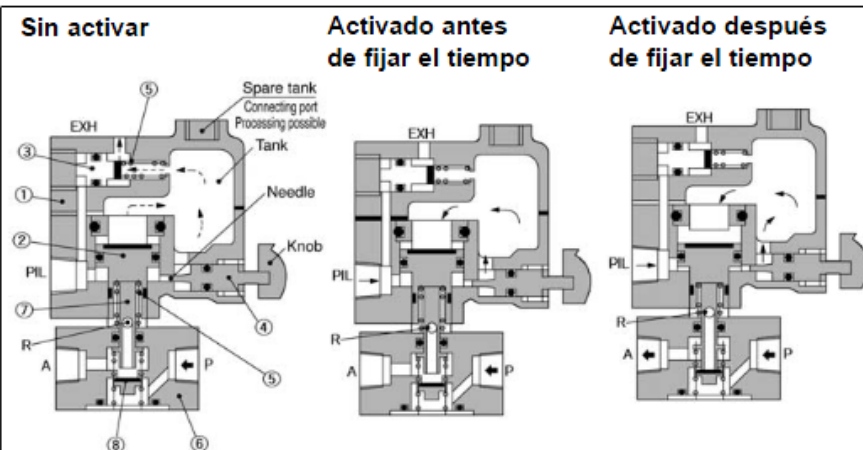
Piping Length vs. Release Time



Modelo/características técnicas

	EVR2110-01
Presión de alimentación	0 a 1.0MPa
Presión de la señal	0.25 a 0.8MPa
Temporización	0.5 a 60s
Repetibilidad	±10% fondo de la escala.
Temperatura de trabajo y de fluido	de -5 a 60°C (sin congelación)
Área efectiva (Nd/min)	2.5mm ² (124.81)
Tamaño conexión	1/8
Peso	500g

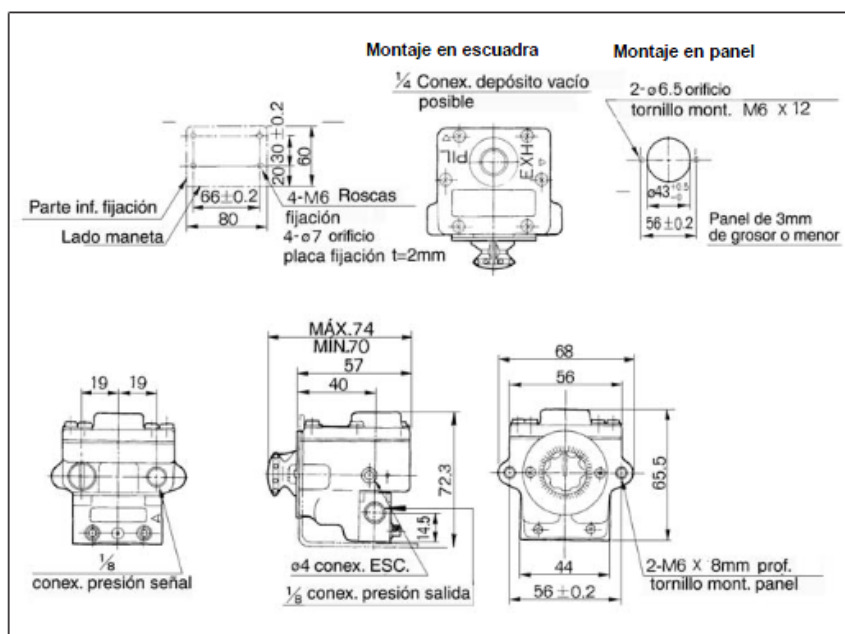
Construcción



Lista de componentes

Nº	Designación	Material	Observaciones	Nº	Designación	Material	Observaciones
①	Cuerpo	Aleación aluminio	Chapado metálico	⑤	Muelle	Acero	
②	Émbolo	Latón, NBR	Refuerzo caucho	⑥	Cuerpo	Aleación cinc	Chapado metálico
③	Émbolo	Latón, NBR	Refuerzo caucho	⑦	Palpador	Acero inoxidable	
④	Tornillo	Latón		⑧	Válvula	Latón, NBR	Refuerzo caucho

Dimensiones



Temporizador PZVT

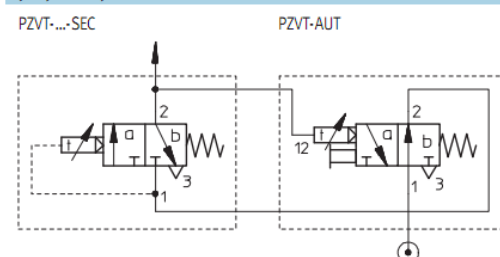
Hoja de datos

FESTO

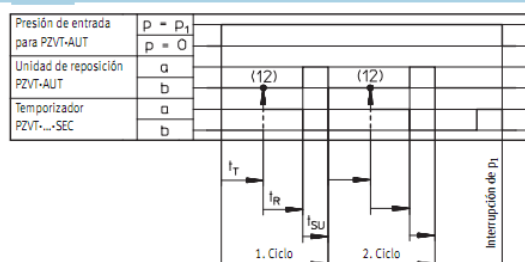
Datos técnicos generales					
Tipo	Temporizador				Unidad de reposición
	PZVT-3-SEC	PZVT-30-SEC	PZVT-120-SEC	PZVT-300-SEC	PZVT-AUT
Construcción	Contador mecánico con accionamiento neumático				
Tipo de fijación	Montaje en panel frontal				
Fluido	Aire comprimido filtrado (≤ 40 μm), sin lubricación				
Conexión neumática	Rosca interior M5				
Caudal nominal	[l/min]	50			
Tiempo de retardo ajustable	[s]	0,2 ... 3	2 ... 30	8 ... 120	20 ... 300
Precisión de repetición	[s]	±0,1	±0,3	±1,2	±3
Precisión de ajuste	[s]	±0,3	±0,6	±3	±6
Pausa para la reposición	[ms]	≥ 200			
Clase de protección	IP54 según IEC 60529 con tapa y marco frontal				
Peso	[g]	45			
Información sobre los materiales: cuerpo		ABS			
Características del material		Conformidad con RoHS			

Condiciones de funcionamiento y del entorno					
Tipo	PZVT-3-SEC	PZVT-30-SEC	PZVT-120-SEC	PZVT-300-SEC	PZVT-AUT
Presión de funcionamiento	[bar]	2 ... 6			
Presión de conexión	[bar]	$\geq 1,6$			
Presión de ruptura	[bar]	$\leq 0,1$			
Temperatura ambiente	[°C]	-10 ... +60			

Ejemplo de aplicación



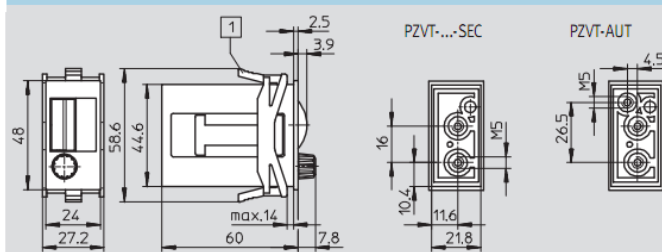
- 1 = Alimentación de aire
- 2 = Línea de trabajo o de salida
- 3 = Descargas de aire
- 12 = Pilotaje



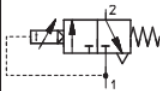
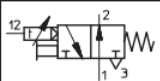
- t_r = Tiempo seleccionable previamente con el temporizador tipo PZVT-...-SEC
- t_{su} = Tiempo de interrupción de la señal para el submódulo de recuperación PZVT-AUT ($\geq 300 \text{ ms}$)
- t_R = Tiempo de retardo de la conmutación del módulo de reposición PZVT-AUT (0,2 ... 2 s)

Dimensiones

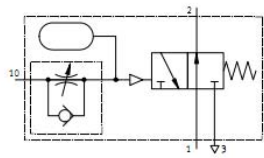
Datos CAD disponibles en www.festo.com



- 1 Marco incluido en el suministro

Referencias			Nº de artículo	Tipo
Temporizador	0,2 ... 3 s		158 495	PZVT-3-SEC
	2 ... 30 s		150 238	PZVT-30-SEC
	8 ... 120 s		177 616	PZVT-120-SEC
	20 ... 300 s		150 239	PZVT-300-SEC
Unidad de reposición	0,2 ... 2 s		158 496	PZVT-AUT

Válvula temporizadora, abierta en posición normal



Construcción

La válvula temporizadora (temporizador neumático) está atornillada a una placa funcional y está provista de los racores rápidos necesarios. La unidad se monta en el panel de prácticas perfilado utilizando la palanca de color azul (variante de montaje «A»).

Funcionamiento

La válvula temporizadora conmuta al recibir una señal neumática en la conexión 10 después de transcurrido el tiempo de retardo ajustado previamente. Al retirar la señal, vuelve a su posición inicial por efecto de un muelle de reposición. El tiempo de retardo se puede ajustar de modo continuo con un botón de regulación.

Nota

Las conexiones de la válvula están identificadas con números:
1 = Conexión de aire comprimido
2 = Utilización
3 = Descarga de aire
10 = Toma de pilotaje

Datos técnicos

Parte neumática	
Fluido	Aire comprimido filtrado, con o sin lubricación
Construcción	Válvula de asiento con muelle de reposición
Margen de presión	Desde 200 hasta 600 kPa (desde 2 hasta 6 bar)
Presión de conexión	≥160 kPa (1,6 bar)
Caudal nominal normal 1...2	50 l/min
Tiempo de retardo	Desde 0,2 hasta 3 s (regulable)
Precisión de ajuste	±0,3 ms
Pausa hasta la reposición	≥200 ms
Conexión	QSM-M5-4-l para tubo flexible PUN 4 x 0,75

Válvulas temporizadoras VZ/VZO, para bastidor de montaje 2N

Hoja de datos

FESTO

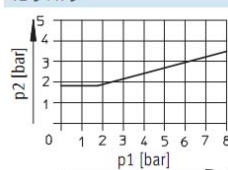
Datos técnicos generales		
	Con retardo a la conexión	Con retardo a la desconexión
	VZ-3-PK-3	VZO-3-PK-3
Conexión neumática	PK-3	
Construcción	Válvula de asiento con muelle recuperador	
Tipo de accionamiento	Neumático	
Tipo de fijación	Montaje en panel frontal Montaje en bastidor	
Diámetro nominal	[mm]	2
Caudal normal nominal 1 > 2	[l/min]	90
Tiempo de retardo ajustable ¹⁾	[s]	0,25 ... 5
Pausa para la reposición	[ms]	≥ 55
Precisión de repetición, ajuste del tiempo	[s]	±0,5
Material del cuerpo	Fundición inyectada de zinc	
Peso	[g]	150

1) Para obtener tiempos de retardo superiores a 5 s, es posible conectar un volumen adicional en la boquilla 6 después de retirar la tapa. Al aumentar el volumen en 10 cm³ se obtiene un aumento del retraso de aproximadamente 5 s. Acumulador de aire comprimido VZS → Internet: vzs

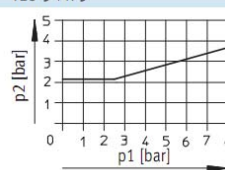
Condiciones de funcionamiento y del entorno		
Presión de funcionamiento	[bar]	2,5 ... 8
Fluido	Aire a presión filtrado sin lubricación, filtro de 40 µm	
Temperatura ambiente	[°C]	-10 ... +60

Pilotaje p2 en función de la presión de funcionamiento p1

VZ-3-PK-3

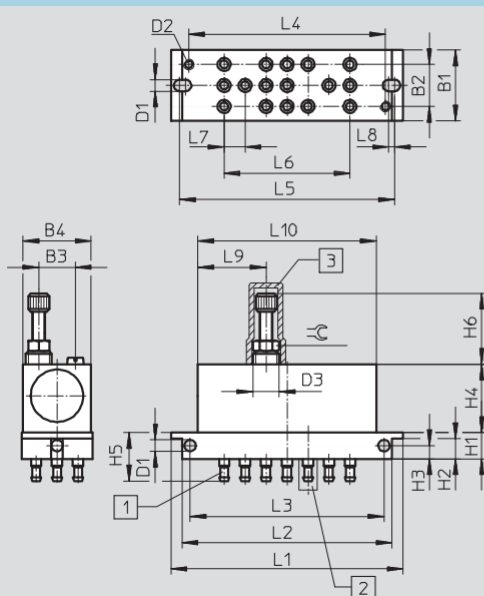


VZO-3-PK-3



Dimensiones

Datos CAD disponibles en → www.festo.com



- 1 Boquilla para tubo flexible PK-3
- 2 Conexión 6 con tapa para agregar volumen
- 3 Tapa de protección

Válvulas temporizadoras VZ/VZO, para bastidor de montaje 2N

Hoja de datos



B1	B2	B3	B4	D1 Ø	D2	D3	H1	H2	H3	H4	H5
27	16	14	26	4,4	M4	M10x1	10	7,7	5	26	18,5
H6 mín.	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	≅
27	88,5	80,8	74	75	81	48	8	2,3	26	68	8

Referencias			Nº art.	Tipo
Con retardo a la conexión			5755	VZ-3-PK-3
Con retardo a la desconexión			5754	VZO-3-PK-3
Accesorios				
Tapa para evitar modificaciones del ajuste			6436	GRK-M5



29 Colour Variations

Polyurethane Tubing

Series TU

• $\varnothing 2$ to $\varnothing 16$ (Metric size) • 1/8" to 1/2" (Inch size)

Series Table

●: Standard model, ▲: Option model, ■: Upon receipt of order (Please contact SMC for details)

		Metric size (Series TU)							Inch size (Series TIUB)					
(1)	Model	TU0212	TU0425	TU0604	TU0805	TU1065	TU1208	TU1610	TIUB01	TIUB05	TIUB07	TIUB11	TIUB13	
Tubing O.D.		2	4 (5/32")	6	8 (5/16")	10	12	16	1/8"	3/16"	1/4"	3/8"	1/2"	
Tubing I.D.		1.2	2.5 (0.098")	4	5 (0.197")	6.5	8	10	0.079" (5/64")	0.125" (1/8")	0.167"	0.25" (1/4")	0.333"	
Min. bending radius (mm) <small>(Note 1)</small>		4	10	15	20	27	35	45	10	15	23	27	35	
(2)	Symbol	Colour												
	B	Black	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	W	White	●	●	●	●	●	●	●	▲	▲	▲	▲	
	R	Red	●	●	●	●	●	●	■	●	▲	▲	▲	▲
	BU	Blue	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Y	Yellow	●	●	●	●	●	●	■	●	▲	▲	▲	▲
	G	Green	●	●	●	●	●	●	■	●	▲	▲	▲	▲
	C	Clear	●	●	●	●	●	●	■	●	▲	▲	▲	▲
	YR	Orange	■	●	●	●	●	●	■	●	▲	▲	▲	▲
	BU1	Solid blue	■	●	●	●	●	●	■	●	■	■	■	■
	BU2	Clear blue	■	●	●	●	●	●	■	●	■	■	■	■
	BU3	Medium blue	■	●	●	●	●	●	■	●	■	■	■	■
	BR1	Brown	■	●	●	●	●	●	■	●	■	■	■	■
	G1	Solid green	■	●	●	●	●	●	■	●	■	■	■	■
	G2	Clear green	■	●	●	●	●	●	■	●	■	■	■	■
	G3	Neon green	■	●	●	●	●	●	■	●	■	■	■	■
	G4	Dark green	■	●	●	●	●	●	■	●	■	■	■	■
	GR1	Gray	■	●	●	●	●	●	■	●	■	■	■	■
	GR2	Light gray	■	●	●	●	●	●	■	●	■	■	■	■
	P1	Neon pink	■	●	●	●	●	●	■	●	■	■	■	■
	PU1	Solid purple	■	●	●	●	●	●	■	●	■	■	■	■
	PU2	Clear purple	■	●	●	●	●	●	■	●	■	■	■	■
	R1	Solid red	■	●	●	●	●	●	■	●	■	■	■	■
	R2	Clear red	■	●	●	●	●	●	■	●	■	■	■	■
	S1	Silver	■	●	●	●	●	●	■	●	■	■	■	■
	Y1	Solid yellow	■	●	●	●	●	●	■	●	■	■	■	■
	Y2	Clear yellow	■	●	●	●	●	●	■	●	■	■	■	■
Y3	Neon yellow	■	●	●	●	●	●	■	●	■	■	■	■	
YR1	Clear orange	■	●	●	●	●	●	■	●	■	■	■	■	
YR2	Neon orange	■	●	●	●	●	●	■	●	■	■	■	■	
(3)	Length per roll (m)	20	20, 100					20, 100	20					

Specifications

Fluid	Air, Water
Max. operating pressure at 20°C	0.8 MPa
Burst pressure	Refer to the burst pressure characteristics curve.
Operating temperature	-20 to 60°C (Water: 0 to 40°C) (No freezing)

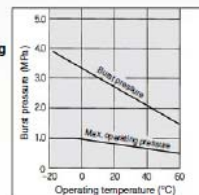
Please contact SMC for other fluids.

Note1) Min. bending radius

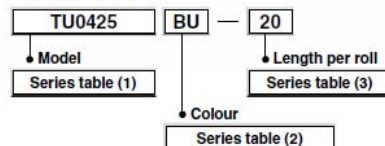
Bend the tubing into a U shape at a temperature of 20°C. Then with one side fixed, gradually close the other side and measure 2R at the point where the tubing folds or flattens, etc.



Burst pressure characteristics curve and operating pressure

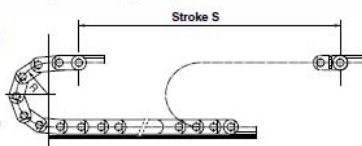


How to Order



Tubing durability (Reference value)

This value is a representative one from measurement and is not the guaranteed tube durability. The value of tubing durability under the conditions below is 10 million times (Condition: With grease on tubing surface)

Tubing : TU0425/TU0604
Pressure : 0.5 MPa
Frequency : 25 c.p.m.
Move speed : 750 mm/s
Stroke : 500 mm
Bending radius R : 28 mm


SMC Corporation

SMC CORPORATION

Akihabara UDX 15F, 4-14-1, Sotokanda, Chiyoda-ku, Tokyo 101-0021, JAPAN
Phone: 03-5207-8249 FAX: 03-5298-5362

© 2003 SMC CORPORATION All Rights Reserved

European Marketing Centre (EMC)

Zuazobidea 14, 01015 Vitoria
Tel: +34 945-184 100 Fax: +34 945-184 124
URL: <http://www.smceu.com>

1st printing KT printing KT 00 UK

Printed in Spain

Specifications are subject to change without prior notice and any obligation on the part of the manufacturer.

Solid-state Multi-functional Timer H3DS-M/-S/-A

- Eight operating modes (H3DS-M) and four operating modes (H3DS-S) cover a wide range of applications.
- A wide time setting range of 0.10 s to 120 h.
- Two LEDs indicate power and relay status respectively.



Model Number Structure

Model Number Legend

H3DS - L
 1 2 3

1. M: Multi-function type
S: Standard type
A: Single-function type
2. L: Smart lock mechanism
3. None: Screw terminal type
C: Screw-Less Clamp type

Ordering Information

List of Models

Supply voltage	Control output	Input type	Operating mode (see note)	Model	
				Screw terminal type	Screw-Less Clamp type
24 to 230 VAC (50/60Hz)/ 24 to 48 VDC	Contact output: SPDT (time-limit output SP-DT)	Voltage input	Eight multi-modes: A, B, B2, C, D, E, G, J	H3DS-ML	H3DS-MLC
		No-input available	Four multi-modes: A, B2, E, J	H3DS-SL	H3DS-SLC
			Single mode: A	H3DS-AL	H3DS-ALC

Note: The operating modes are as follows:

- | | |
|------------------------|------------------------|
| A: ON-delay | D: Signal OFF-delay |
| B: Flicker OFF start | E: Interval |
| B2: Flicker ON start | G: Signal ON/OFF-delay |
| C: Signal ON/OFF-delay | J: One shot |

Accessories (Order Separately)

Lock Key	Y92S-38
Mounting DIN-rail	50 cm (l) x 7.3 mm (t)
	1 m (l) x 7.3 mm (t)
	1 m (l) x 16 mm (t)
End Plate	PFP-M
Spacer	PEP-S

Specifications

■ General

Item	H3DS-ML□	H3DS-SL□	H3DS-AL□
Operating mode	A: ON-delay (Signal or Power) B: Flicker OFF start (Signal or Power) B2: Flicker ON start (Signal or Power) C: Signal ON/OFF-delay D: Signal OFF-delay E: Interval (Signal or Power) G: Signal ON/OFF-delay J: One-shot (Signal or Power)	A: ON-delay B2: Flicker ON start E: Interval J: One-shot	A: ON-delay (fixed)
Input type	Voltage input	---	
Output type	Relay: SPDT		
External connections	Screw terminal, Screw-Less Clamp		
Terminal block	Screw terminal type: Clamps two 2.5-mm ² max. bar terminals without sleeves. Screw-Less Clamp type: Clamps two 1.5-mm ² max. bar terminals without sleeves.		
Terminal screw tightening torque	0.98 N·m max.		
Mounting method	DIN-rail mounting (see note)		
Attachment	Nameplate label		
Approved standards	UL508, CSA C22.2 No.14 Conforms to EN61812-1, IEC60664-1 4 kV/2, VDE0106/P100 Output category according to IEC60947-5-1 (AC-13; 250 V 1 A/AC-14; 250 V 1 A/AC-15; 250 V 1 A/DC-13; 30 V 0.1 A/DC-14; 30 V 0.05 A)		

Note: Can be mounted to 35-mm DIN-rail with a plate thickness of 1 to 2.5 mm.

■ Time Ranges

Time scale display	Time range
0.1 s	0.1 to 1.2 s
1 s	1 to 12 s
0.1 m	0.1 to 1.2 min
1 m	1 to 12 min
0.1 h	0.1 to 1.2 h
1 h	1 to 12 h
10 h	10 to 120 h

Note: When the time setting dial is set to "0" for any time scale, the output will operate instantaneously.

■ Ratings

Rated supply voltage (see notes 1 and 2)	24 to 230 VAC (50/60 Hz)/24 to 48 VDC
Operating voltage range	85% to 110% of rated supply voltage
Power reset	Minimum power-off time: 0.1 s
Reset voltage	2.4 VAC/DC max.
Power consumption (see note 3)	AC: 32 VA max./3.0 W max. (typical: 30 VA/2.7 W) at 230 VAC 14 VA max./2.2 W max. (typical: 13 VA/2.1 W) at 100 to 120 VAC DC: 0.7 W max. (typical: 0.6 W) at 24 VDC 1.4 W max. (typical: 1.3 W) at 48 VDC
Voltage input	Max. permissible capacitance between inputs lines (terminals B1 and A2): 2,000 pF Load connectable in parallel with inputs (terminals B1 and A1). H-level: 20.4 to 253 VAC/20.4 to 52.8 VDC L-level: 0 to 2.4 VAC/DC
Control output	Contact output: 5 A at 250 VAC with resistive load ($\cos\phi = 1$) 5 A at 30 VDC with resistive load ($\cos\phi = 1$)
Ambient temperature	Operating: -10°C to 55°C (with no icing) Storage: -25°C to 65°C (with no icing)
Ambient humidity	Operating: 35% to 85%

Note: 1. DC ripple rate: 20% max.

2. Since an inrush current of 0.5 A will occur when using the power supply voltage at 24 VDC, pay careful attention when turning on or off the power supply to the Timer with a solid-state output such as a sensor.
3. The power consumption is for mode A after the Timer counts the time-up time and for the AC input at 50 Hz. The power consumption of the H3DS-ML includes the input circuit with the B1 and A1 terminals short-circuited.

■ Characteristics

Accuracy of operating time	±1% max. of FS (±1% ±10 ms max. at 1.2-s range)																				
Setting error	±10% ±50 ms max. of FS																				
Signal input time	50 ms min.																				
Influence of voltage	±0.7% max. of FS (±0.7% ±10 ms max. at 1.2-s range)																				
Influence of temperature	±5% max. of FS (±5% ±10 ms max. at 1.2-s range)																				
Insulation resistance	100 MΩ min. at 500 VDC																				
Dielectric strength	Between current-carrying metal parts and exposed non-current-carrying metal parts: 2,000 VAC for 1 min. Between control output terminals and operating circuit: 2,000 VAC for 1 min. Between contacts not located next to each other: 1,000 VAC for 1 min.																				
Vibration resistance	Malfunction: 0.5-mm single amplitude at 10 to 55 Hz Destruction: 0.75-mm single amplitude at 10 to 55 Hz																				
Shock resistance	Malfunction: 100 m/s ² 3 times each in 6 directions Destruction: 1,000 m/s ² 3 times each in 6 directions																				
Impulse withstand voltage	3 kV (between power terminals) 4.5 kV (between current-carrying metal parts and exposed non-current-carrying metal parts)																				
Noise immunity	Square-wave noise generated by noise simulator (pulse width: 100 ns/1 μs, 1-ns rise) ±1.5 kV																				
Static immunity	Malfunction: 4 kV Destruction: 8 kV																				
Life expectancy	Mechanical: 10 million operations min. (under no load at 1,800 operations/h) Electrical: 100,000 operations min. (5 A at 250 VAC, resistive load at 360 operations/h) (see note)																				
EMC	<table> <tr> <td>(EMI)</td><td>EN61812-1</td></tr> <tr> <td>Emission Enclosure:</td><td>EN55011 Group 1 class B</td></tr> <tr> <td>Emission AC Mains:</td><td>EN55011 Group 1 class B</td></tr> <tr> <td>Harmonic Current:</td><td>EN61000-3-2</td></tr> <tr> <td>Voltage Fluctuation and Flickering:</td><td>EN61000-3-3</td></tr> <tr> <td>(EMS)</td><td>EN61812-1</td></tr> <tr> <td>Immunity ESD:</td><td>EN61000-4-2: 6 kV contact discharge (level 3) 8 kV air discharge (level 3)</td></tr> <tr> <td>Immunity RF-interference from AM Radio Waves:</td><td>EN61000-4-3: 10 V/m (80 MHz to 1 GHz) (level 3)</td></tr> <tr> <td>Immunity Burst:</td><td>EN61000-4-4: 2 kV power port and output port (level 3) 1 kV control port with capacitive clamp (level 3)</td></tr> <tr> <td>Immunity Surge:</td><td>EN61000-4-5: 2 kV common mode (level 3) 1 kV differential mode (level 3)</td></tr> </table>	(EMI)	EN61812-1	Emission Enclosure:	EN55011 Group 1 class B	Emission AC Mains:	EN55011 Group 1 class B	Harmonic Current:	EN61000-3-2	Voltage Fluctuation and Flickering:	EN61000-3-3	(EMS)	EN61812-1	Immunity ESD:	EN61000-4-2: 6 kV contact discharge (level 3) 8 kV air discharge (level 3)	Immunity RF-interference from AM Radio Waves:	EN61000-4-3: 10 V/m (80 MHz to 1 GHz) (level 3)	Immunity Burst:	EN61000-4-4: 2 kV power port and output port (level 3) 1 kV control port with capacitive clamp (level 3)	Immunity Surge:	EN61000-4-5: 2 kV common mode (level 3) 1 kV differential mode (level 3)
(EMI)	EN61812-1																				
Emission Enclosure:	EN55011 Group 1 class B																				
Emission AC Mains:	EN55011 Group 1 class B																				
Harmonic Current:	EN61000-3-2																				
Voltage Fluctuation and Flickering:	EN61000-3-3																				
(EMS)	EN61812-1																				
Immunity ESD:	EN61000-4-2: 6 kV contact discharge (level 3) 8 kV air discharge (level 3)																				
Immunity RF-interference from AM Radio Waves:	EN61000-4-3: 10 V/m (80 MHz to 1 GHz) (level 3)																				
Immunity Burst:	EN61000-4-4: 2 kV power port and output port (level 3) 1 kV control port with capacitive clamp (level 3)																				
Immunity Surge:	EN61000-4-5: 2 kV common mode (level 3) 1 kV differential mode (level 3)																				
Case color	Light gray (5Y7/1)																				
Degree of protection	IP30 (Terminal block: IP20)																				
Weight	Approx. 70 g																				

Note: For reference:

A maximum current of 0.15 A can be switched at 125 VDC ($\cos\phi=1$).

A maximum current of 0.1 A can be switched if L/R is 7 ms.

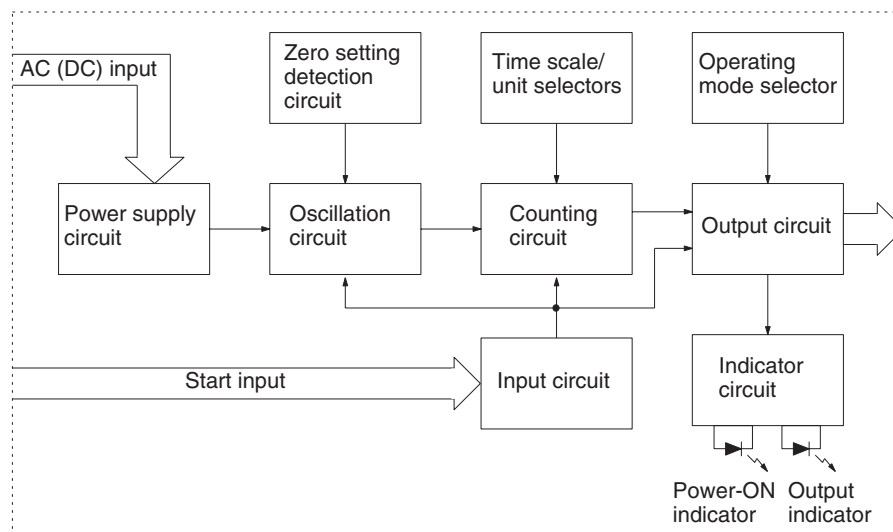
In both cases, a life of 100,000 operations can be expected.

The minimum applicable load is 10 mA at 5 VDC (failure level: P).

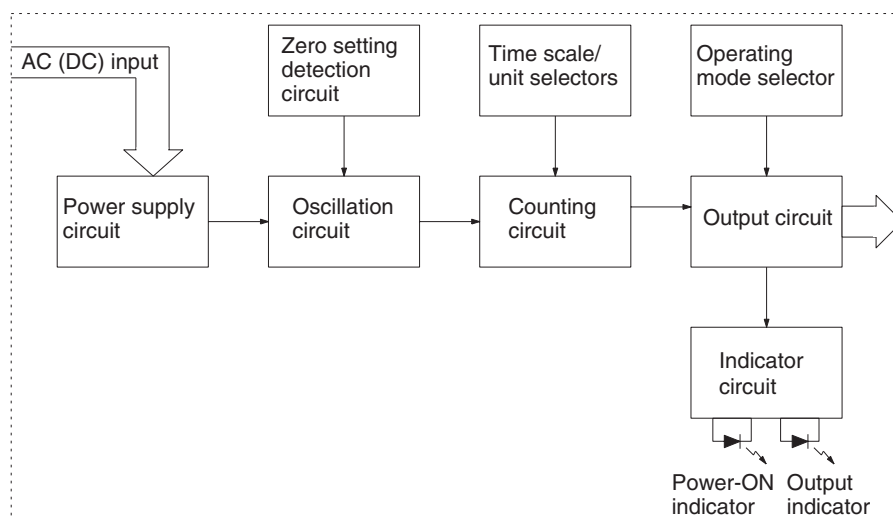
Connections

■ Block Diagram

H3DS-ML□



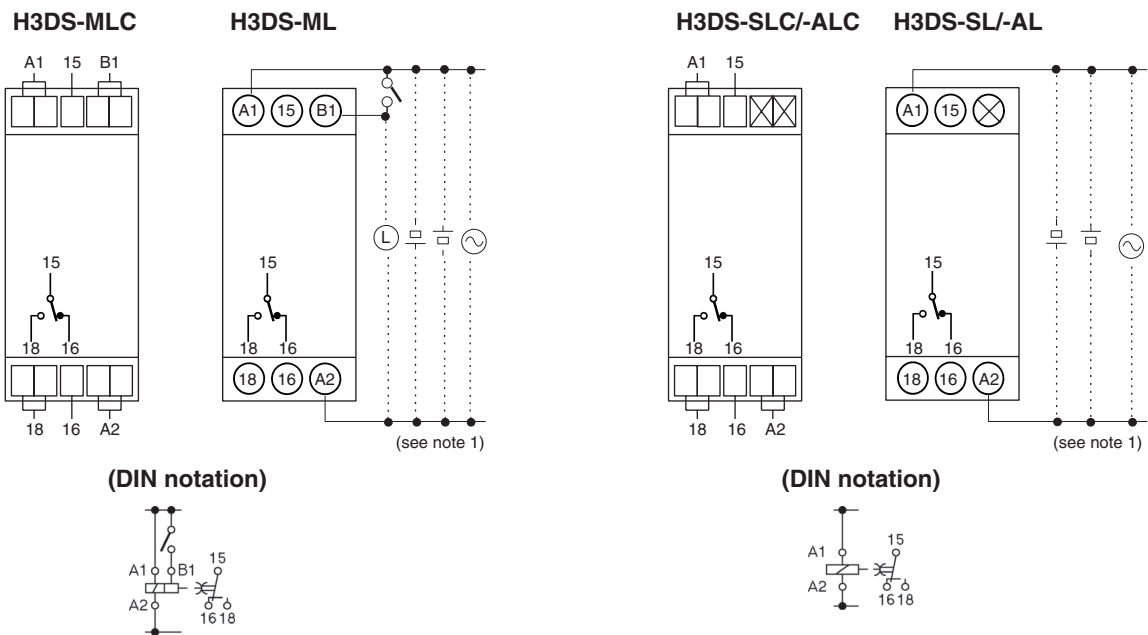
H3DS-SL□/-AL□




■ I/O Functions

Item		H3DS-ML□	H3DS-SL□/-AL□
Input	Start	Starts operation.	No input is available.
Output	Control output	Outputs are turned ON according to designated output mode when preset value is reached.	Outputs are turned ON according to designated output mode when preset value is reached.

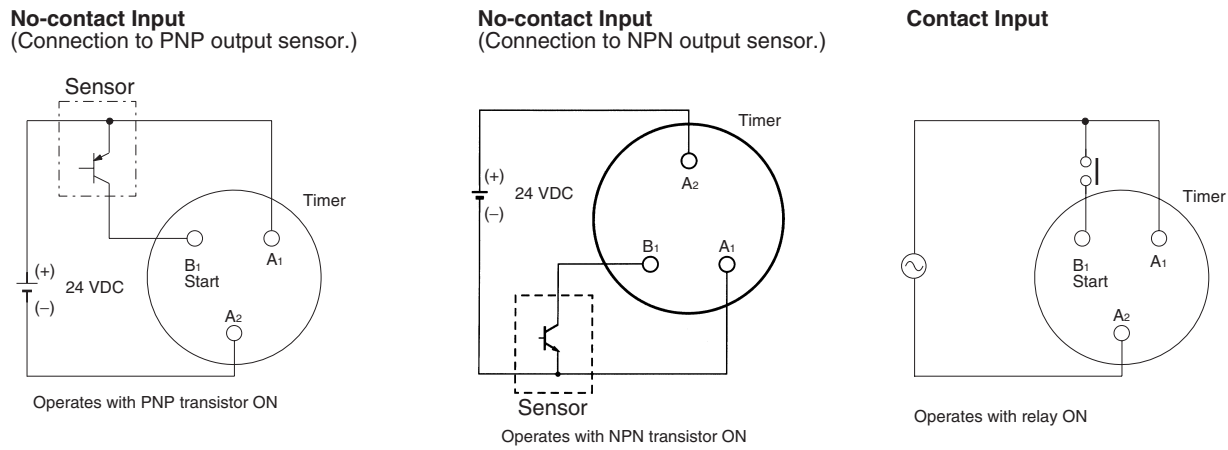
■ Terminal Arrangement



- Note:** 1. DC supply voltage does not require the designation of polarity.
2. The contact symbol for the H3DS is indicated with  because it offers multiple operating modes and is different from the delayed contact for conventional timers.

■ Input Connections

The inputs of the H3DS-ML are voltage (voltage imposition or open) inputs.



Voltage Input Signal Levels

No-contact input	1. Transistor ON Residual voltage: 1 V max. (Voltage between terminals B ₁ and A ₂ must be more than the rated "H-level" voltage (20.4 VDC min.).)
	2. Transistor OFF Leakage current: 0.01 mA max. (Voltage between terminals B ₁ and A ₂ must be less than the rated "L-level" voltage (2.4 VDC max.).)
Contact input	Use contacts that can adequately switch 0.1 mA at each voltage to be imposed. (When the contacts are ON or OFF, voltage between terminals B ₁ and A ₂ must be within the following ranges: When contacts are ON: 20.4 to 253 VAC/20.4 to 52.8 VDC When contacts are OFF: 0 to 2.4 VAC/DC

Operation

■ Basic Operation

Setting of Selector

The selectors can be turned clockwise and counterclockwise to select the desired time scale, or operating mode.

Each selector has a snap mechanism that secures the selector at a given position. Set the selector at a position at which it is secured. Do not set it midway between two securing positions or a malfunction could result from improper setting.

Selection of Operating Mode (except for H3DS-AL)

The H3DS-ML/-SL can be set to any one of the operating modes A to J. Turn the operating mode selector with a screwdriver until the desired operating mode appears in the operating mode display window.

H3DS-ML (8 modes): A, B, B2, C, D, E, G, J
(In order of appearance)

H3DS-SL (4 modes): A, E, B2, J, E, E, J, J
(In order of appearance)

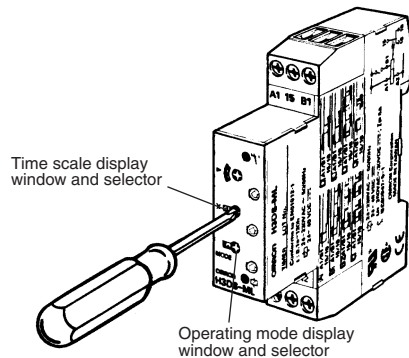
Note: Letters that appear more than once indicate exactly the same operating mode.

Selection of Time Scale

The time scale is selected by turning the time scale selector. The time scales will appear in the following order in the time scale display window on the left of the selector:

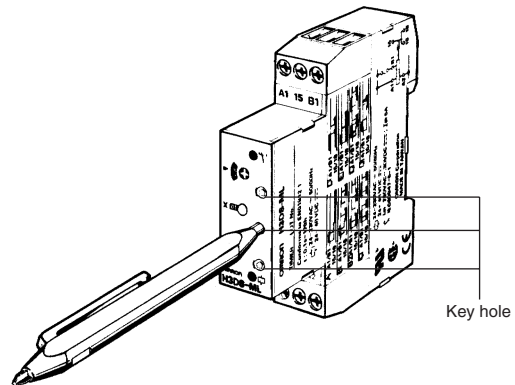
1 s, 0.1 s, 1 h, 0.1 h, 10 h, 1 h, 1 m, 0.1 m.

Note: The time scale "1h" appears twice. Both instances indicate exactly the same time scale.



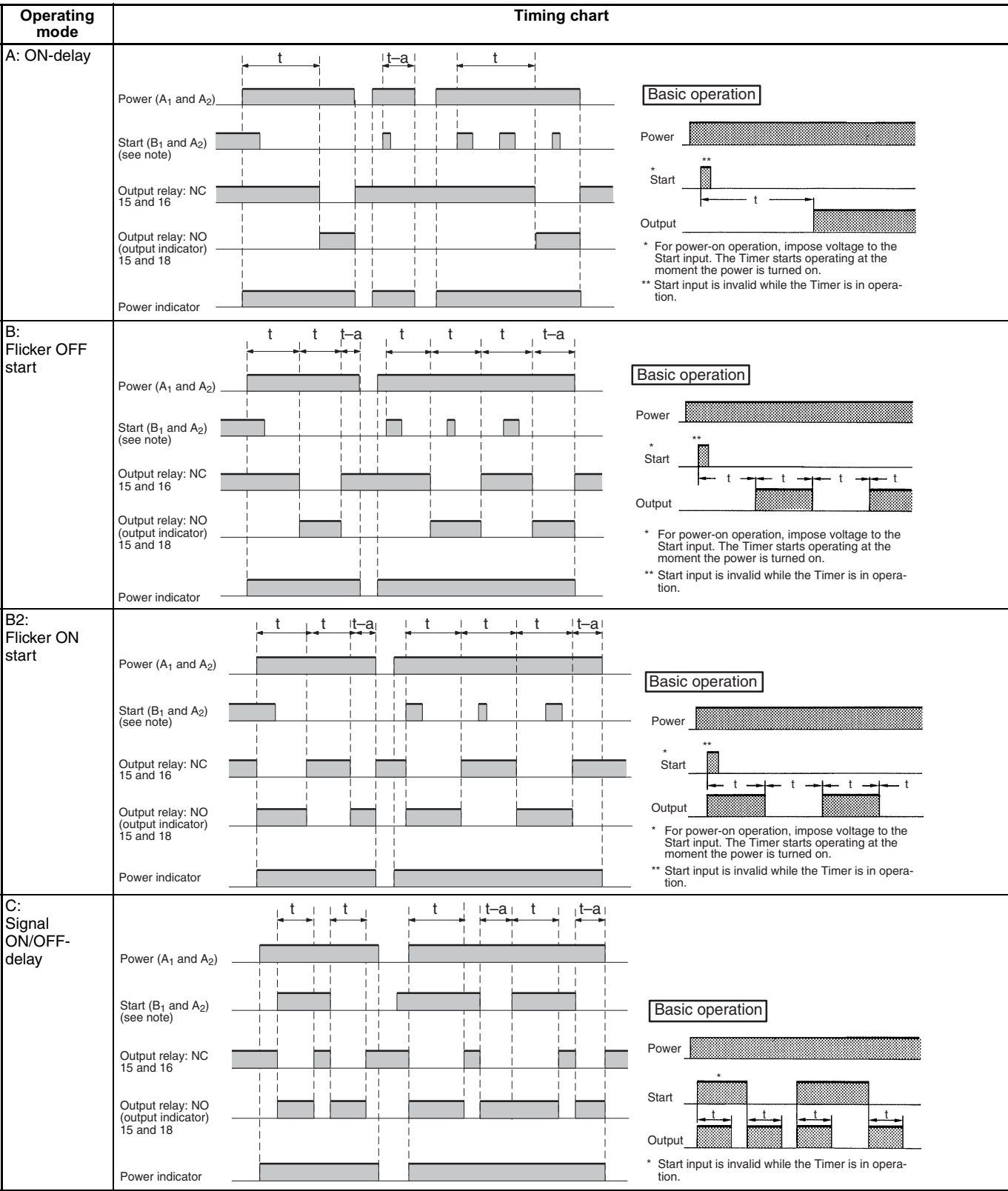
Locking/Unlocking of Selectors and Time Setting Dial

The time setting dial, time scale selector, and operating mode selector can be locked using the Y92S-38 Lock Key, a special pen type tool that is sold separately. To lock the dial or selectors, insert the Lock Key in the keyhole to the lower right of the dial or selector and turn it clockwise until the dial or selector is completely covered with the red cover. To unlock, turn the Lock Key in the opposite direction.

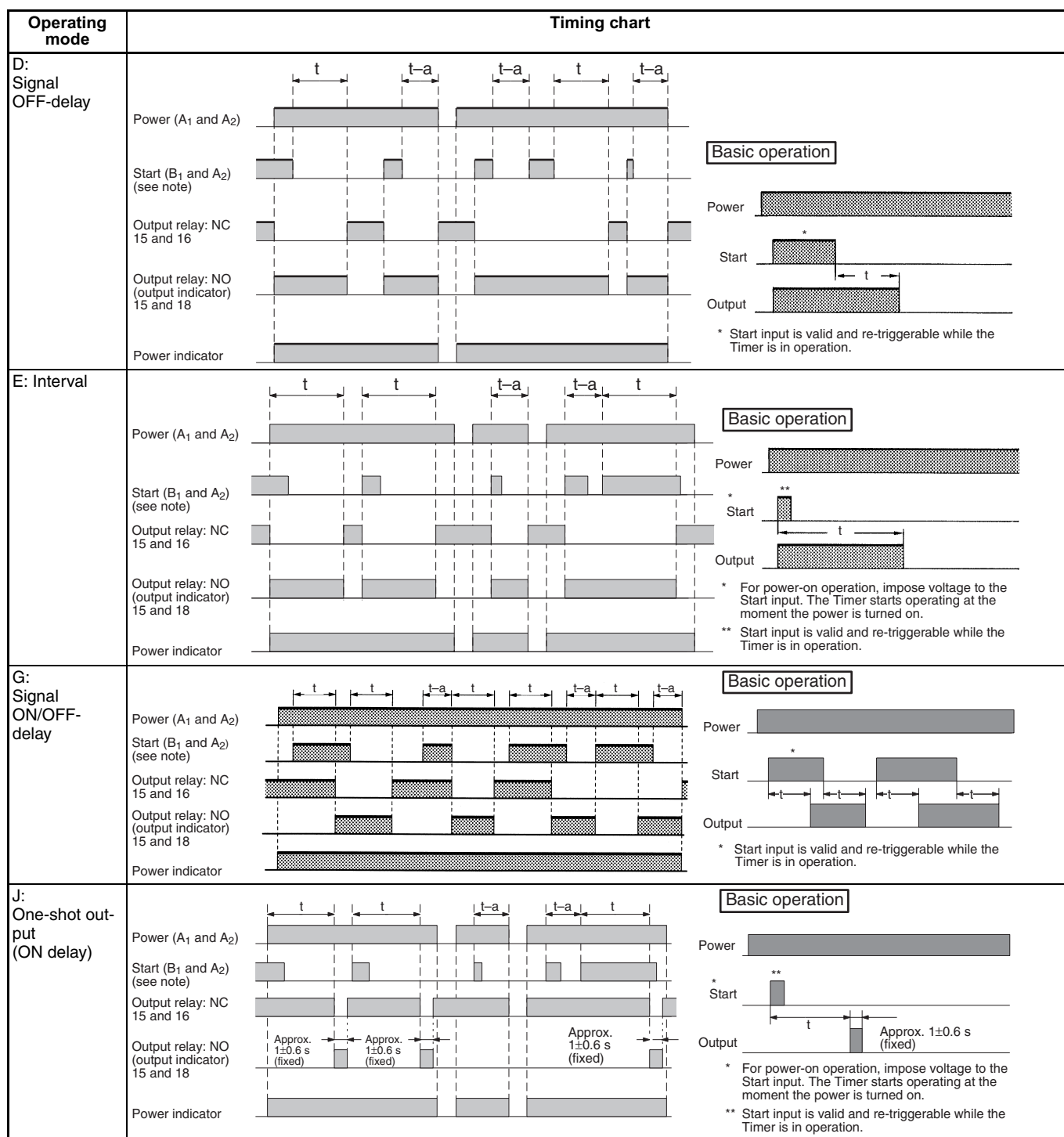


■ Timing Chart

- Note:** 1. The minimum power reset time is 0.1 s and the minimum signal input time is 0.05 s.
2. The letter “t” in the timing charts stands for the set time and “t-a” means that the period is less than the time set.
3. There is no start input for H3DS-SL□/-AL□ models. Operation starts at power-on.



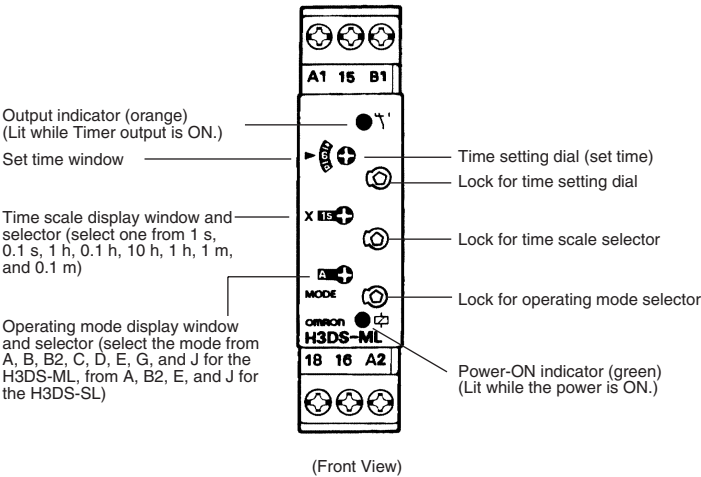
Note: The start input of the H3DS-ML□ model is activated by applying a voltage to B1 and A2 terminals.
The voltage can be applied by turning on the contact between B1 and A1 (Refer to *Terminal Arrangement*).



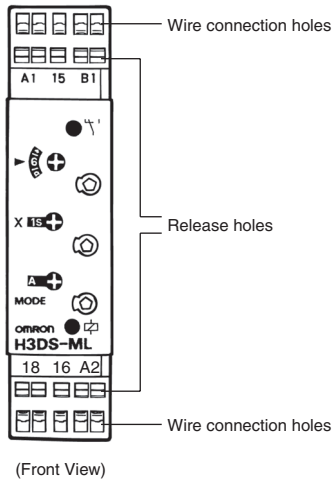
Note: The start input of the H3DS-ML□ model is activated by applying a voltage to B1 and A2 terminals.
The voltage can be applied by turning on the contact between B1 and A1 (Refer to *Terminal Arrangement*).

Nomenclature

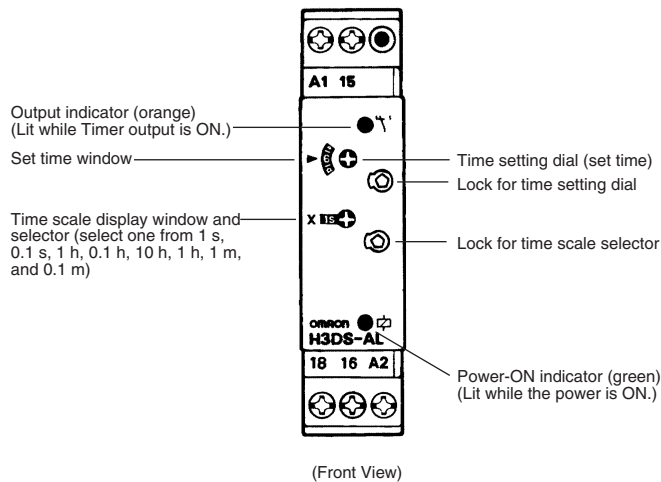
H3DS-ML□/-SL□



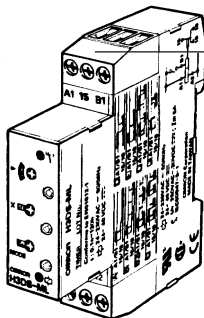
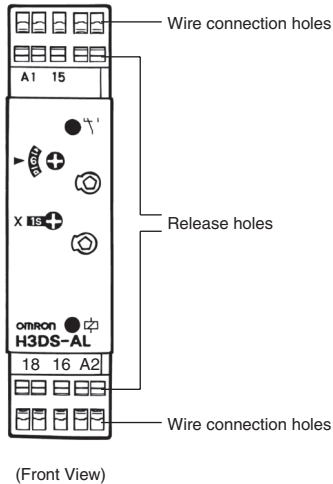
H3DS-MLC/-SLC



H3DS-AL□



H3DS-ALC

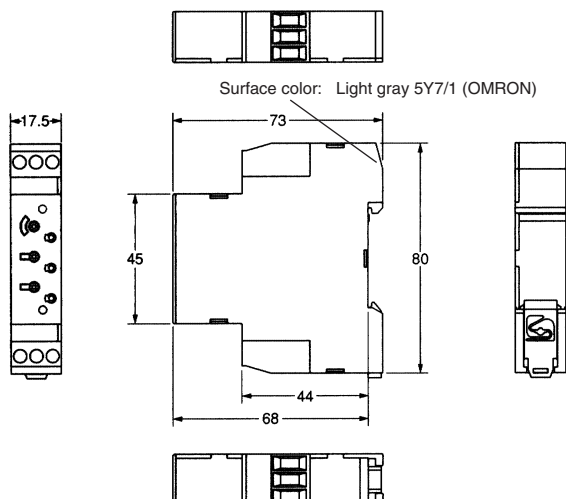
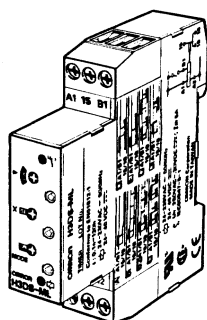


Attach the enclosed label here as a nameplate.
(The label is attached to the Timer's DIN-rail hook section at the time of shipment.)

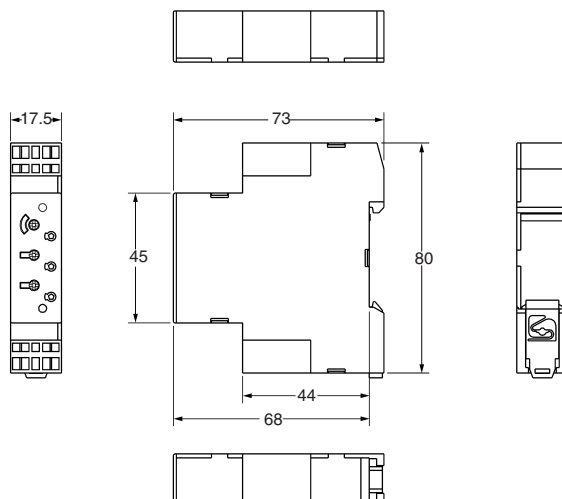
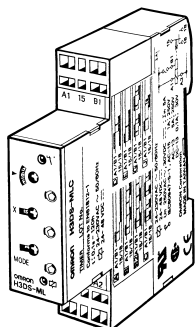
Dimensions

Note: All units are in millimeters unless otherwise indicated.

H3DS-ML/-SL/-AL



H3DS-MLC/-SLC/-ALC



Temporizador digital multifuncional H5CX

- Display de excelente visibilidad con LCD transmisivo negativo con retroiluminación.
- Color de PV programable para alertar visualmente cuando cambie el estado de salida (modelos de bloque de terminales de tornillo).
- Configuración intuitiva mediante interruptor DIP (modelos H5CX-A/-A11) y teclas ergonómicas más/menos para cada dígito.
- Temporizador doble en una sola carcasa para satisfacer una amplia gama de necesidades de aplicación de control cíclico así como modo intermitente con relación ON/OFF ajustable.
- Entrada de tensión de c.c. conmutable PNP/NPN (modelos H5CX-A/-A11).
- Terminales con protección de dedos (modelos de bloque de terminales de tornillo).
- Cumple diversos requisitos de montaje:
Modelos de bloque de terminales de tornillo y modelos para zócalo octal o undecal.
- Compatible con la norma NEMA4/IP66.
- Manual de instrucciones en seis idiomas.



Contenido

Estructura de la referencia	B-156
Información de pedidos	B-156
Especificaciones	B-157
Conexiones	B-160
Descripción del panel frontal	B-163
Dimensiones	B-164
Precauciones	B-169
Procedimientos de funcionamiento	B-172
Guía de procedimiento de ajuste	B-172
Procedimientos de funcionamiento (función de temporizador)	B-173
Procedimientos de funcionamiento (función de temporizador doble)	B-180
Operación en modo de selección de temporizador/temporizador doble	B-185
Información adicional	B-186

Estructura de la referencia

Composición de la referencia:

H5CX-□□□□□
1 2 3 4 5

1. Clasificador de tipo

A: Tipo estándar

L: Tipo económico

2. Conexión externa

Nada: terminales de tornillo

8: base octal (8 pines)

11: base undecal (11 pines)

3. Tipo de salida

Nada: Salida de contacto

S: Salida transistor

4. Tensión de alimentación

Nada: 100 a 240 Vc.a. 50/60 Hz

D: 12 a 24 Vc.c./24 Vc.a. 50/60 Hz

5. Color de la carcasa

Nada: Negro

G: Gris claro (Munsell 5Y7/1): Fabricado bajo petición.

Información de pedidos

Lista de modelos

Tipo de salida	Tensión de alimentación	Modelos		
		Tipo estándar		Tipo económico
		Terminales de tornillo	base undecal (11 pines)	base octal (8 pines)
Salida de contacto	100 a 240 Vc.a.	H5CX-A	H5CX-A11	H5CX-L8
	12 a 24 Vc.c./24 Vc.a.	H5CX-AD	H5CX-A11D	H5CX-L8D
Salida transistor	100 a 240 Vc.a.	H5CX-AS	H5CX-A11S	H5CX-L8S
	12 a 24 Vc.c./24 Vc.a.	H5CX-ASD	H5CX-A11SD	H5CX-L8SD

Nota: La fuente de alimentación y los circuitos de entrada del H5CX-A11/A11S tienen aislamiento básico. El resto de modelos no están aislados.

Accesorios (pedir por separado)

Nombre		Modelos
Adaptador para montaje en panel (ver nota 1)		Y92F-30
Junta de estanqueidad (ver nota 1)		Y92S-29
Base de montaje en carril DIN/ Conexión posterior	8 pines	P2CF-08
	8 pines, tipo con protección de dedos	P2CF-08-E
	11 pines	P2CF-11
	11 pines, tipo con protección de dedos	P2CF-11-E
Base de conexión posterior	8 pines	P3G-08
	8 pines, tipo con protección de dedos	P3G-08 con Y92A-48G (ver nota 2)
	11 pines	P3GA-11
	11 pines, tipo con protección de dedos	P3GA-11 con Y92A-48G (ver nota 2)
Cubierta dura		Y92A-48
Cubierta blanda		Y92A-48F1
Carril DIN	50 cm (l) × 7,3 mm (t)	PFP-50N
	1 m (l) × 7,3 mm (t)	PFP-100N
	1 m (l) × 16 mm (t)	PFP-100N2
Tope final		PFP-M
Separador		PFP-S

Nota 1. Suministrado con los modelos H5CX-A□ (excepto para los modelos H5CX-A11□ y H5CX-L8□).

2. Y92A-48G es una cubierta de terminal con protección de dedos que se conecta en la base P3G-08 o P3GA-11.

Especificaciones

■ Valores nominales

Elemento	H5CX-A□	H5CX-A11□	H5CX-L8□
Clasificación	Temporizador digital		
Tensión de alimentación nominal	100 a 240 Vc.a. (50/60 Hz), 24 Vc.a. (50/60 Hz)/12 a 24 Vc.c. (fluctuación permisible: 20% (p-p) máx.)		
Rango de tensión de funcionamiento	85% a 110% de la tensión de alimentación nominal (12 a 24 Vc.c.: de 90% a 110%)		
Consumo	Aprox. 6,2 VA a 264 Vc.a. Aprox. 5,1 VA a 26,4 Vc.a. Aprox. 2,4 W a 12 Vc.c.		
Método de montaje	Instalación en panel	Montaje en panel, montaje en superficie, montaje en carril DIN	
Conexiones externas	Terminales de tornillo	base undecal (11 pines)	base octal (8 pines)
Par de apriete de tornillo de terminal	0,5 Nm máx.	---	
Display	LCD transmisivo negativo de 7 segmentos; Valor actual: altura de caracteres de 11,5 mm, rojo o verde (programable) Valor seleccionado: altura de caracteres de 6 mm, verde	LCD transmisivo negativo de 7 segmentos; Valor actual: altura de caracteres de 11,5, rojo Valor seleccionado: altura de caracteres de 6 mm, verde	
Dígitos	4 dígitos		
Rangos de tiempo	9,999 s (unidad de 0,001 s), 99,99 s (unidad de 0.01 s), 999,9 s (unidad de 0,1 s), 9999 s (unidad de 1 s), 99 min 59 s (unidad de 1 s) 999,9 min (unidad de 0,1 min), 9999 min (unidad de 1 min), 99 h 59 min (unidad de 1 min), 999,9 h (unidad de 0,1 h), 9999 h (unidad de 1 h)		
Modo de temporizador	Tiempo transcurrido (Up), tiempo restante (Down) (seleccionable)		
Señales de entrada	Inicio, puerta, reset		Inicio, reset
Método de entrada	Entrada sin tensión/entrada de tensión (seleccionable) <u>Entrada sin tensión</u> Impedancia ON: 1 kΩ máx. (Corriente de fuga: 5 a 20 mA cuando 0 Ω) Tensión residual ON: 3 V máx. Impedancia OFF: 100 kΩ mín. <u>Entrada de tensión</u> Nivel alto (lógico): 4,5 a 30 Vc.c. Nivel bajo (lógico): 0 a 2 Vc.c. (Resistencia de entrada: aprox. 4,7 kΩ)		<u>Entrada sin tensión</u> Impedancia ON: 1 kΩ máx. (Corriente de fuga: 5 a 20 mA cuando 0 Ω) Tensión residual ON: 3 V máx. Impedancia OFF: 100 kΩ mín.
Inicio, reset, puerta	Ancho de señal de entrada mínimo: 1 ó 20 ms (seleccionable, igual para todas las entradas)		
Reset de alimentación	Tiempo mínimo de alimentación en OFF: 0,5 s (excepto para modos A-3, b-1 y F)		
Sistema de reset	Reset de alimentación (excepto para modos A-3, b-1 y F), reset externo y manual		
Tiempo de espera de sensor	250 ms máx. (Se desactiva la salida de control y no se acepta ninguna entrada durante el tiempo de espera de sensor.)		
Modos de salida	A, A-1, A-2, A-3, b, b-1, d, E, F, Z, ton o toff		
Tiempo de salida de impulso	0,01 a 99,99 s		
Salida de control	Salida de contacto SPDT: 5 A a 250 Vc.a./30 Vc.c., carga resistiva (cosφ = 1) Carga mínima aplicada: 10 mA a 5 Vc.c. (nivel de fallo: P, valor de referencia) Salida transistor: Colector abierto NPN, 100 mA a 30 Vc.c. máx., tensión residual: 1,5 Vc.c. máx. (Aprox. 1 V) Categoría de salida de acuerdo con EN60947-5-1 para temporizadores con salidas de contacto (AC-15; 250 V 3 A/ AC-13; 250 V 5 A/DC-13; 30 V 0,5 A) Categoría de salida de acuerdo con EN60947-5-2 para temporizadores con salidas transistor (DC-13; 30 V 100 mA) NEMA B300 Pilot Duty, 1/4 HP 5-A carga resistiva a 120 Vc.a., 1/3 HP 5-A carga resistiva a 240 Vc.a.		
Protección de teclado	Sí		
Backup de memoria	EEPROM (sobrescrituras: 100.000 veces mín.) que puede almacenar datos durante 10 años mín.		
Temperatura ambiente	Operación: -10 a 55°C (-10 a 50°C si los temporizadores se montan adosados) (sin formación de hielo ni condensación) Almacenaje: -25 a 65°C (sin formación de hielo ni condensación)		
Humedad ambiente	del 25% al 85%		
Color de la carcasa	Negro (N1.5)		
Accesorios	Junta de estanqueidad, adaptador para montaje en panel, etiqueta para configuración del interruptor DIP	Etiqueta para configuración del interruptor DIP	Ninguna

■ Características

Elemento	H5CX-A□/-A11□/-L8□
Precisión del tiempo de operación y error de selección (incluidas las influencias de la temperatura y la tensión) (ver nota 1)	Arranque por alimentación ON: $\pm 0,01\% \pm 50$ ms máx. Valor nominal frente a seleccionado Arranque por señal: $\pm 0,005 \pm 30$ ms máx. Valor nominal frente a seleccionado Arranque por señal para modelo de salida transistor: $\pm 0,005\% \pm 3$ ms máx. (ver nota 2) Si el valor seleccionado está dentro del tiempo de espera del sensor en el arranque, la salida de control del H5CX no se activará hasta que pase dicho tiempo de espera.
Resistencia de aislamiento	100 M Ω mín. (a 500 V c.c.) entre terminal conductor y partes metálicas expuestas no conductoras y entre contactos no contiguos
Rigidez dieléctrica	2.000 Vc.a., 50/60 Hz durante 1 minuto entre terminales conductores y partes metálicas no conductoras 1.000 Vc.a. (para H5CX-□SD), 50/60 Hz durante 1 minuto entre salida de control, fuente de alimentación y circuito de entrada (2.000 Vc.a. para modelos distintos de H5CX-□SD) 1.000 Vc.a., 50/60 Hz durante 1 minuto entre contactos no contiguos
Impulso de tensión no disruptiva	3 kV (entre terminales de alimentación) para 100 a 240 Vc.a., 1 kV para 24 Vc.a./12 a 24 Vc.c. 4,5 kV (entre terminal conductor y partes metálicas expuestas no conductoras) para 100 a 240 Vc.a. 1,5 kV para 24 Vc.a./12 a 24 Vc.c.
Inmunidad al ruido	$\pm 1,5$ kV (entre terminales de alimentación) y ± 600 V (entre terminales de entrada), ruido de onda cuadrada por simulador de ruido (duración del impulso: 100 ns/1 ms, subida de 1 ns)
Inmunidad a electricidad estática	Destrucción: 15 kV Malfunción: 8 kV
Resistencia a vibraciones	Destrucción: 10 a 55 Hz con 0,75 mm de amplitud, cuatro ciclos en cada una de tres direcciones (8 minutos por ciclo) Malfunción: 10 a 55 Hz con 0,35 mm de amplitud, cuatro ciclos en cada una de tres direcciones (8 minutos por ciclo)
Resistencia a golpes	Destrucción: 294 m/s ² en cada una de tres direcciones Malfunción: 98 m/s ² en cada una de tres direcciones
Vida útil	Mecánica: 10.000.000 operaciones mín. Eléctrica: 100.000 operaciones mín. (5 A a 250 Vc.a., carga resistiva) Consulte <i>Curva de ensayos de duración</i> en página B-159.
Homologaciones aprobadas de seguridad (ver nota 3)	UL508/Homologación (H5CX-L8□: En lista sólo con base P2CF-08□ o P3G-08 de OMRON), CSA C22.2 N° 14, conforme con la norma EN61010-1 (contaminación ambiental grado 2/categoría II de sobretensión) Conforme con la norma VDE0106/P100 (protección de dedos).
Compatibilidad Electromagnética (EMC)	(EMI) Emisión del dispositivo: EN61326 EN55011 Grupo 1 clase A Emisión de conductores de c.a.: EN55011 Grupo 1 clase A (EMI) EN61326 Inmunidad a descargas electrostáticas (ESD): EN61000-4-2: 4 kV descarga por contacto (nivel 2) 8 kV descarga por aire (nivel 3) 10 V/m (modulación de amplitud, 80 MHz a 1 GHz) (nivel 3); 10 V/m (modulación por impulsos, 900 MHz ± 5 MHz) (nivel 3) Inmunidad a interferencias RF: EN61000-4-3: Inmunidad a perturbaciones conducidas: EN61000-4-6: 10 V (0,15 a 80 MHz) (nivel 3) Inmunidad a ráfagas: EN61000-4-4: 2 kV en línea eléctrica (nivel 3); 1 kV en línea de señal de E/S (nivel 4) Inmunidad a sobretensión: EN61000-4-5: 1 kV línea a líneas (líneas de alimentación y de salida) (nivel 3) Inmunidad a caída o interrupción de tensión: EN61000-4-11: 0,5 ciclos, 100% (tensión nominal)
Grado de protección	Superficie del panel: IP66 y NEMA Tipo 4 (en interiores) (Ver nota 4)
Peso	H5CX-A□: Aprox. 135 g, H5CX-A11□/-L8□: Aprox. 105 g

Nota 1. Los valores se basan en el valor seleccionado.

2. El valor se aplica para un ancho de impulso mínimo de 1 ms.

3. Para cumplir los requisitos de homologación UL con H5CX-L8□, se debe montar una base P2CF-08-□ o P3G-08 de OMRON.

4. Es necesaria una junta de estanqueidad para garantizar la impermeabilidad IP66 entre el H5CX y el panel de instalación.

RE11RAMU

relé temporizador de retraso conexión - 1 s-100 h - 24-240 V CA - 1 AC



Principal

Rango de producto	Zelio Time
Tipo de producto o componente	Relé temporizador modular
Tipo de salida digital	Relé
Nombre de componente	RE11R
Tipo de tiempo de retraso	A At
Rango temporizador	0,1...1 s 1...10 s 6...60 s 1...10 min 6...60 min 1...10 h 10...100 h
Tensión de alimentación	24...240 V AC 50/60 Hz 24 V CC
Corriente de salida nominal	8 A

Complementario

Tipo de contactos y composición	1 C/O
Material de contactos	AgNi (sin cadmio)
Dimensión de paso de anchura	17,5 mm
Tipo de control	Conm. selector sobre panel frontal
Rango de tensiones	0,85...1,1 Us
Conexiones - terminales	Termin. tornillo , capacid sujeción: 2 x 2,5 mm ² +1 x 4 mm ² con extr. cable Termin. tornillo , capacid sujeción: 2 x 1.5 mm ² sin extremo de cable
Material de carcasa	Autoextinguible
Precisión de repetición	+/- 0,5 % de acuerdo con IEC 61812-1
Variación de temperatura	+/- 0,05 %/°C
Variación de tensión	+/-0.2 %/V
Precisión ajuste de temporización	+/- 10 % de escala completa en 25 °C de acuerdo con IEC 61812-1
Duración mínima de impulso	30 ms 100 ms con carga en paralelo
Maximum reset time	100 ms en desexcitación
Factor de marcha	100 %
Maximum power consumption	32 VA 240 V
Maximum power consumption	0,6 W 24 V 1,5 W 240 V
Corriente de conmutación mínim	10 mA
Corriente conmutación máxima	8 A
Tensión de conmutación máxima	250 V
Capacidad de corte	2000 VA
Capacidad de corte	80 W
Endurancia eléctrica	100000 cycles 8 A en 250 V resistivo
Endurancia mecánica	5000000 cycles
[Uimp] Tensión asignada de resistencia a los choques	5 kV para 1,2...50 µs de acuerdo con IEC 61812-1 5 kV para 1,2...50 µs de acuerdo con IEC 60664-1
DESC	CE
Distancia de desplazamiento	4 kV/3 de acuerdo con IEC 60664-1

Resistencia a sobretensiones	1 kV (modo diferencial) de acuerdo con IEC 61000-4-5 nivel 3 2 kV (modo común) de acuerdo con IEC 61000-4-5 nivel 3
Soporte de montaje	Perfil montaje simétrico de 35 mm de acuerdo con EN 50022
Señalizaciones frontales	Indicadores LED verde con pulsos: relé excitado, sin temporización en curso Indicadores LED verde intermitente: temporización en curso Indicadores LED verde encendida fija: relé excitado, sin temporización en curso
Peso del producto	0,06 kg

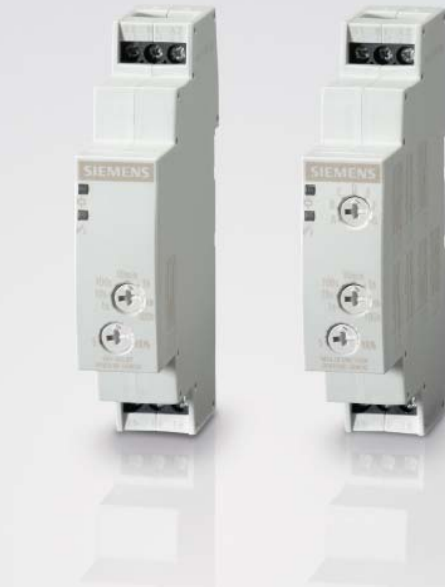
Entorno

Inmunidad a microcortes	> 10 ms
Resistencia dieléctrica	2,5 kV 1 mA/1 minuto 50 de acuerdo con IEC 61812-1
Normas	73/23/EEC 89/336/EEC 93/68/EEC EN 50081-1/2 EN 50082-1/2 IEC 60669-2-3 IEC 61812-1
Certificados de producto	CSA cULus gL
Temperatura ambiente de almacenamiento	-30...60 °C
Temperatura ambiente de funcionamiento	-20...60 °C
Grado de protección IP	IP20 (bornero) de acuerdo con IEC 60529 IP40 (envolvente) de acuerdo con IEC 60529 IP50 (panel frontal) de acuerdo con IEC 60529
Resistencia a las vibraciones	0,35 mm (f = 10...55 Hz) de acuerdo con IEC 60068-2-6
Humedad relativa	93 % sin condensación de acuerdo con IEC 60068-2-3
Resistencia a descargas electroestáticas	6 kV (en contacto) de acuerdo con IEC 61000-4-2 nivel 3 8 kV (en aire) de acuerdo con IEC 61000-4-2 nivel 3
Resistencia a campos electromagnéticos	10 V/m , 80 MHz a 1 GHz de acuerdo con ENV 50140/204 nivel 3 10 V/m , 80 MHz a 1 GHz de acuerdo con IEC 61000-4-3 nivel 3
Resistencia a transitorios rápidos	1 kV , clic conexión capacitivo de acuerdo con IEC 61000-4-4 nivel 3 2 kV , directo de acuerdo con IEC 61000-4-4 nivel 3
Inmunidad a campos radioeléctricos	10 V (0,15...80 MHz) de acuerdo con ENV 50141 (IEC 61000-4-6)
Inmunidad a caídas de tensión	30 % /10 ms de acuerdo con IEC 61000-4-11 60 % /100 ms de acuerdo con IEC 61000-4-11 95 % /5 de acuerdo con IEC 61000-4-11
Perturbación radiada/conducida	Clase B de acuerdo con EN 55022 (EN 55011 grupo 1)
RoHS EUR conformidad de fecha	0622
RoHS EUR status	Adecuado



SIRIUS 7PV15 Timing Relays

Ideal for industry and trade



Main advantages at a glance:

- **Optimized warehousing**
Low number of variants thanks to 12...240 V AC/DC wide-voltage range
- **Easy mounting**
DIN rail mounting and disassembly without tools
- **Minimum space requirements**
Compact 17.5 mm design
- **Flexible application options**
In control cabinets and distribution boards
- **Environmentally compatible**
Halogen-free enclosure

SIRIUS

Answers for industry.

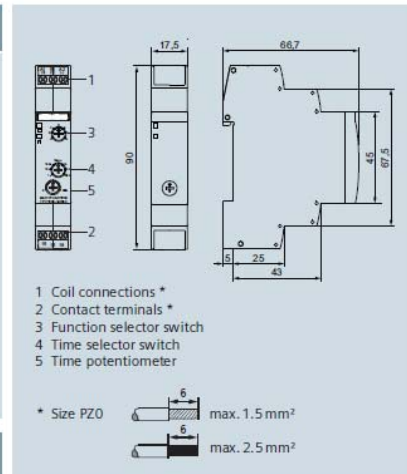
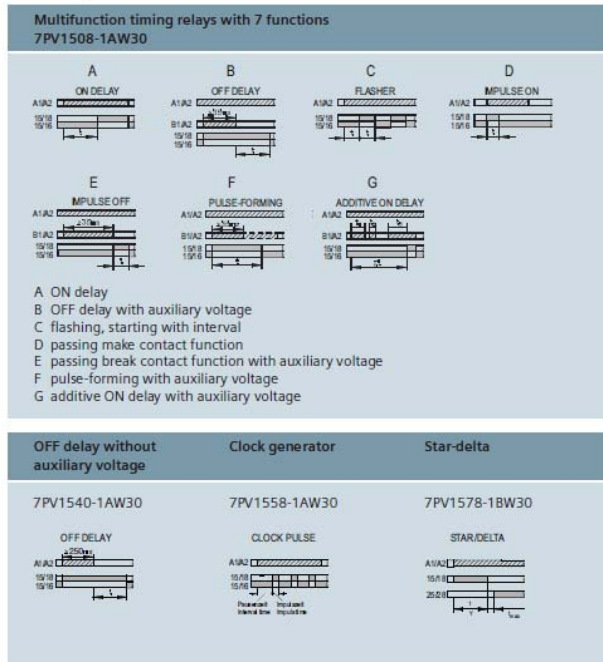
SIEMENS

Strong Partner for Industry and Trade

7PV15 electronic timing relays in 17.5 mm enclosure

Function	Time setting range	Rated control voltage U_c	Contacts *	Order No.
Multifunction timing relays				
7 functions	0.05 sec – 100 h	12 – 240V AC/DC	1 CO	7PV1508-1AW30
ON delay timing relays				
ON delay	0.5 sec – 10 sec	AC/DC 24 AC 100 – 127V	1 CO	7PV1512-1AQ30
ON delay	0.5 sec – 10 sec	AC/DC 24 AC 200 – 240V	1 CO	7PV1512-1AP30
ON delay	5 sec – 100 sec	AC/DC 24 AC 100 – 127V	1 CO	7PV1513-1AQ30
ON delay	5 sec – 100 sec	AC/DC 24 AC 200 – 240V	1 CO	7PV1513-1AP30
ON delay	0.05 sec – 100 h	12 – 240V AC/DC	1 CO	7PV1518-1AW30
OFF delay timing relays				
OFF delay with auxiliary voltage	0.05 sec – 100 h	12 – 240V AC/DC	1 CO	7PV1538-1AW30
OFF delay without auxiliary voltage	0.05 sec – 100 sec	12 – 240V AC/DC	1 CO	7PV1540-1AW30
Clock generator				
Clock generator	0.05 sec – 100 h	12 – 240V AC/DC	1 CO	7PV1558-1AW30
Star-delta timing relays				
Star-delta	0.05 sec – 100 h	12 – 240V AC/DC	2 CO	7PV1578-1BW30

* CO - changeover contact



Siemens AG
Industry Sector
Low-Voltage Controls and Distribution
Partner of the electrical trade
P.O. Box 48 48
90026 NÜRNBERG
GERMANY

www.siemens.com/sirius

Subject to changes without prior notice 04/09
Order No. E20001-A950-M102-X-7600
Dispo 18101
10805938 EGCD.52.9.04 S8 04095.0
Printed in Germany
© Siemens AG 2009

The information contained in this brochure merely contain general descriptions or performance characteristics, which may not always be applicable in the described form to the specific application case or may change due to product advancement. The desired performance characteristics shall only be binding if they are expressly specified upon contract conclusion.

All product designations may be brands or product names of Siemens AG or other sub-suppliers, whose utilization by third parties for their rights may violate the rights of the owner.

Relé de propósito general MY

Relé de potencia miniaturizado, versátil y con múltiples funciones, para aplicaciones de control secuencial y conmutación de potencia

- Disponibilidad de modelos con pulsador de prueba bloqueable.
- Posibilidad de múltiples variaciones mediante una selección de indicadores de operación (indicadores mecánicos e indicadores LED), pulsador de prueba bloqueable, diodo y filtro RC incorporados (supresión de sobretensiones), contactos bifurcados, etc.
- Barrera supresora de arco estándar en relés de 4 polos.
- Rigidez dieléctrica: 2.000 Vc.a. (de bobina a contacto)
- Contactos sin cadmio, respetuosos con el medio ambiente.
- Cumple con las normas de seguridad.
- Disponibilidad de gran variedad de bases (serie PY, PYF) y de accesorios opcionales.
- Corriente de conmutación máx.: 2 polos: 10 A, 4 polos: 5 A
- Se suministra con etiqueta provista de referencia.



Tabla de selección

■ Relés

Polaridad de bobina estándar

Tipo	Configuración de contactos	Base enchufable/Terminal para soldar		Sin LED indicador
		Estándar con LED indicador	Con LED indicador y pulsador de prueba bloqueable	
Norma	DPDT	MY2N	MY2IN	MY2
	4PDT	MY4N	MY4IN	MY4
	4PDT (bifurcado)	MY4ZN	MY4ZIN	MY4Z
Con diodo incorporado (sólo c.c.)	DPDT	MY2N-D2	MY2IN-D2	---
	4PDT	MY4N-D2	MY4IN-D2	---
	4PDT (bifurcado)	MY4ZN-D2	MY4ZIN-D2	---
Con CR incorporado (220/240 Vc.a., sólo 110/120 Vc.a.)	DPDT	MY2N-CR	MY2IN-CR	---
	4PDT	MY4N-CR	MY4IN-CR	---
	4PDT (bifurcado)	MY4ZN-CR	MY4ZIN-CR	---

Polaridad de bobina inversa

Tipo	Configuración de contactos	Base enchufable/Terminal para soldar	
		Con LED indicador	Con LED indicador y pulsador de prueba bloqueable
Estándar (sólo c.c.)	DPDT	MY2N1	MY2IN1
	4PDT	MY4N1	MY4IN1
	4PDT (bifurcado)	MY4ZN1	MY4ZIN1
Con diodo incorporado (sólo c.c.)	DPDT	MY2N1-D2	MY2IN1-D2
	4PDT	MY4N1-D2	MY4IN1-D2
	4PDT (bifurcado)	MY4ZN1-D2	MY4ZIN1-D2

Nota: Al hacer el pedido, incluya la tensión nominal de bobina y “(s)” con el número de modelo. Las tensiones nominales de bobina se proporcionan en la tabla de valores nominales de la bobina.

Ejemplo: MY2 6 Vc.a. (S)
 ↑ |
 Tensión nominal de bobina Nuevo modelo

■ Accesorios (pedidos por separado)

Bases

Polos	Base de conexión frontal (montaje en carril DIN/montaje sin tornillos [SLC])	Base de conexión frontal (carril DIN/montaje con tornillos)	Base de conexión posterior				
			Terminales para soldar		Terminales wire-wrap		Terminales para CI
			Sin clip	Con clip	Sin clip	Con clip	
2	PYF08S	PYF08A-E PYF08A-N	PY08	PY08-Y1	PY08QN PY08QN2	PY08QN-Y1 PY08QN2-Y1	PY08-02
4	PYF14S	PYF14A-E PYF14A-N PYF14-ESS PYF14-ESN	PY14	PY14-Y1	PY14QN PY14QN2	PY14QN-Y1 PY14QN2-Y1	PY14-02

Emparejamiento de base y clip de fijación

Tipo de relé	Polos	Base para montaje frontal (montaje en carril DIN/montaje sin tornillos [SLC])		Base para conexión frontal (montaje con tornillos de carril DIN)		Base de conexión posterior			
						Terminales para soldar/wire-wrap		Terminales para CI	
						Base	Clip	Base	Clip
Sin pulsador de prueba de 2 polos	2	PYF08S	PYCM-08S	PYF08A-E PYF08A-N	PYC-A1	PY08(QN)	PYC-P PYC-P2	PY08-02	PYC-P PYC-P2
	4	PYF14S	PYCM-14S	PYF14A-E PYF14A-N		PY14(QN)		PY14-02	
				PYF14-ESS PYF14-ESN	PYC-0 (metal) PYC35 (plástico)				
Pulsador de prueba de 2 polos	2	PYF08S	PYCM-08S	PYF08A-E PYF08A-N	PYC-E1	PY08(QN)	PYC-P2	PY08-02	PYC-P2

Placas de montaje para bases

Modelo de base	Para 1 base	Para 18 bases	Para 36 bases
PY08, PY08QN(2), PY14, PY14QN(2)	PYP-1	PYP-18	PYP-36

Nota: PYP-18 y PYP-36 pueden cortarse en cualquier longitud que se desee de acuerdo con el número de bases.

Carril DIN y accesorios

Carril DIN de soporte (longitud = 500 mm)	PFP-50N
Carril DIN de soporte (longitud = 1.000 mm)	PFP-100N, PFP-100N2
Tope final	PFP-M
Espaciador	PFP-S

Especificaciones

■ Valores nominales de la bobina

Tensión nominal		Corriente nominal		Resistencia de la bobina	Inductancia de la bobina (Valor de referencia)		Tensión de operación	Tensión de reposición	Tensión máxima	Consumo (aprox.)
		50 Hz	60 Hz		Arm. OFF	Arm. ON				
c.a.	6 V*	214,1 mA	183 mA	12,2 Ω	0,04 H	0,08 H	80% max.	30% mín.	110%	1,0 to 1,2 VA (60 Hz)
	12 V	106,5 mA	91 mA	46 Ω	0,17 H	0,33 H				
	24 V	53,8 mA	46 mA	180 Ω	0,69 H	1,30 H				
	48/50 V*	24,7/25,7 mA	21,1/22,0 mA	788 Ω	3,22 H	5,66 H				
	110/120 V	9,9/10,8 mA	8,4/9,2 mA	4.430 Ω	19,20 H	32,1 H				
	220/240 V	4,8/5,3 mA	4,2/4,6 mA	18.790 Ω	83,50 H	136,4 H				0,9 a 1,1 VA (60 Hz)
c.c.	6 V*	151 mA		39,8 Ω	0,17 H	0,33 H		10% mín.		0,9 W
	12 V	75 mA		160 Ω	0,73 H	1,37 H				
	24 V	37,7 mA		636 Ω	3,20 H	5,72 H				
	48 V*	18,8 mA		2.560 Ω	10,60 H	21,0 H				
	100/110 V	9,0/9,9 mA		11.100 Ω	45,60 H	86,2 H				

Nota: 1. La corriente nominal y la resistencia de la bobina se miden a una temperatura de bobina de 23°C con tolerancias de +15%/–20% para las corrientes nominales y ±15% para la resistencia de bobina de c.c.

2. Las características técnicas de funcionamiento se miden a una temperatura de bobina de 23°C.

3. La resistencia y la impedancia de bobina de c.a. se ofrecen como valores de referencia (a 60 Hz).

4. La caída del consumo se ha medido de acuerdo con los datos anteriores. Cuando excite transistores, compruebe la corriente de fuga y conecte una resistencia de absorción si es necesario.

5. La tensión nominal indicada con "*" se fabricará por encargo. Pregunte a su representante de OMRON.

■ Valores nominales de contacto

Elemento	2 polos		4 polos		4 polos (bifurcado)	
	Carga resistiva ($\cos\phi = 1$)	Carga inductiva ($\cos\phi = 0,4$, $L/R = 7$ ms)	Carga resistiva ($\cos\phi = 1$)	Carga inductiva ($\cos\phi = 0,4$, $L/R = 7$ ms)	Carga resistiva ($\cos\phi = 1$)	Carga inductiva ($\cos\phi = 0,4$, $L/R = 7$ ms)
Carga nominal	5 A, 250 Vc.a. 5 A, 30 Vc.c.	2 A, 250 Vc.a. 2 A, 30 Vc.c.	3 A, 250 Vc.a. 3 A, 30 Vc.c.	0,8 A, 250 Vc.a. 1,5 A, 30 Vc.c.	3 A, 250 Vc.a. 3 A, 30 Vc.c.	0,8 A, 250 Vc.a. 1,5 A, 30 Vc.c.
Corriente de carga	10 A (ver nota)		5 A (ver nota)			
Tensión de conmutación máx.	250 Vc.a. 125 Vc.c.		250 Vc.a. 125 Vc.c.			
Corriente de conmutación máx.	10 A		5 A			
Capacidad de conmutación máx.	2.500 VA 300 W	1.250 VA 300 W	1.250 VA 150 W	500 VA 150 W	1.250 VA 150 W	500 VA 150 W
Tasa de fallos (Valor de referencia)	5 Vc.c., 1 mA		1 Vc.c., 1 mA		1 Vc.c., 100 μ A	

Nota: No exceda la corriente de carga de una base en funcionamiento. Vea página G-26.

■ Características

Elemento	Todos los relés
Resistencia de contacto	100 m Ω máx.
Tiempo de operación	20 ms máx.
Tiempo de reposición	20 ms máx.
Frecuencia máx. de operación	Mecánica: 18.000 operaciones/hr. Eléctrica: 1.800 operaciones/hr. (a carga nominal)
Resistencia de aislamiento	1.000 M Ω mín. (a 500 Vc.c.)
Rigidez dieléctrica	2.000 Vc.a., 50/60 Hz durante 1,0 min (1.000 Vc.a. entre contactos de la misma polaridad)
Resistencia a vibraciones	Destrucción: 10 a 55 Hz, 0,5 mm de amplitud (1,0 mm de amplitud p-p) Fallo de funcionamiento: 10 a 55 Hz, 0,5 mm de amplitud (1,0 mm de amplitud p-p)
Resistencia a golpes	Destrucción: 1.000 m/s ² Fallo de funcionamiento: 200 m/s ²
Vida útil	Consulte la siguiente tabla.
Temperatura ambiente	En servicio: -55°C a 70°C (sin hielo)
Humedad ambiente	En servicio: del 5% al 85%
Peso	aprox. 35 g

Nota: Los valores indicados anteriormente son valores iniciales.

■ Características de vida útil

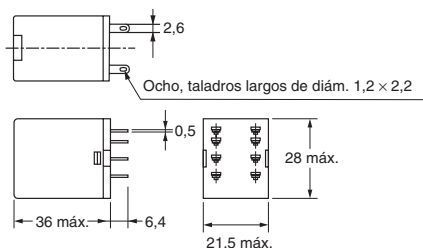
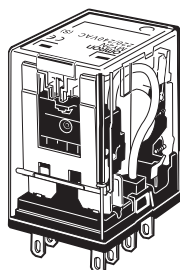
Polo	Vida útil mecánica (a 18.000 operaciones/hr)	Vida útil eléctrica (a 1.800 operaciones/hr a carga nominal)
2 polos	c.a.: 50.000.000 operaciones mín.	mínimo 500.000 operaciones
4 polos	c.c.: 100.000.000 operaciones mín.	mínimo 200.000 operaciones
4 polos (bifurcado)	mínimo 20.000.000 operaciones	mínimo 100.000 operaciones

Dimensiones

Nota: Todas las dimensiones se expresan en milímetros, a menos que se especifique lo contrario.

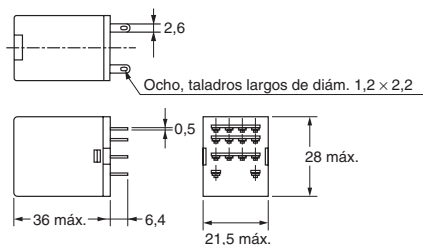
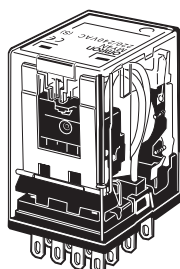
Modelos de 2 polos

MY2N



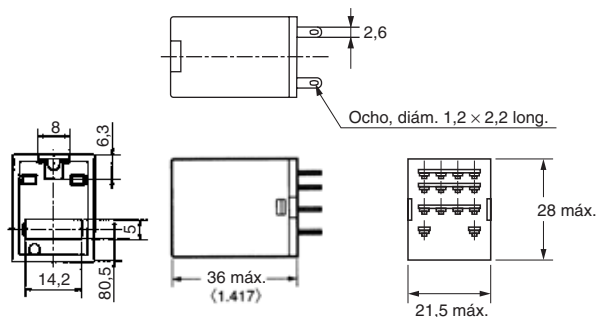
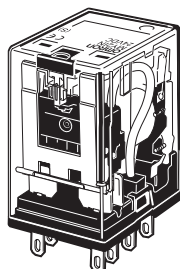
Modelos de 4 polos

MY4N

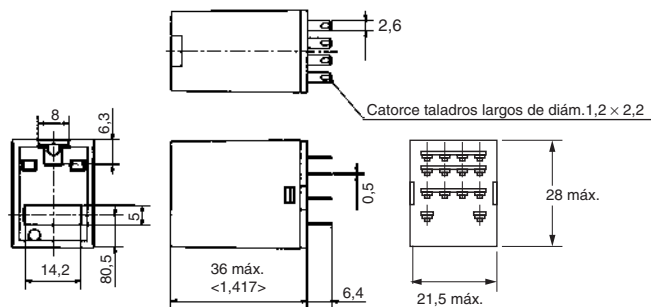
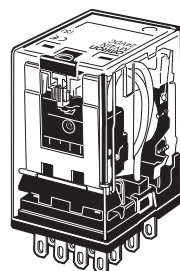


Modelos con pulsador de prueba

MY2IN

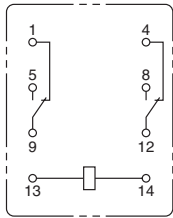


MY4IN

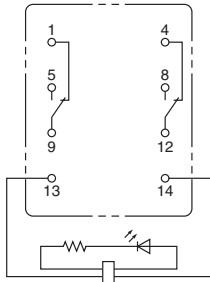


Disposición de terminales/Conexiones internas (Vista inferior)

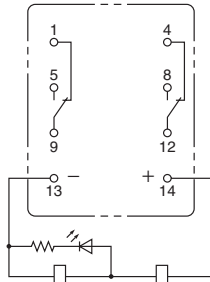
MY2



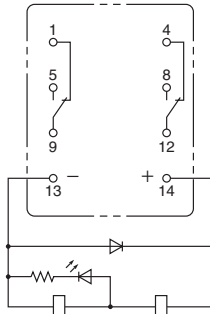
MY2N/MY2IN
(Modelos de c.a.)



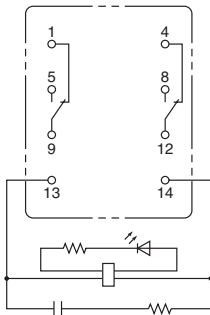
MY2N/MY2IN
(Modelos de c.c.)



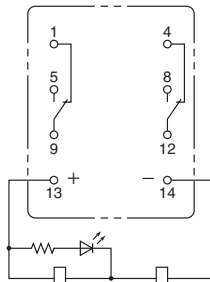
MY2N-D2/MY2IN-D2
(Sólo modelos de c.c.)



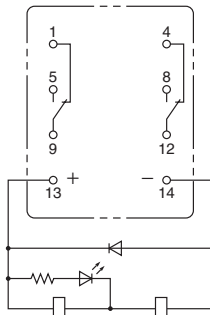
MY2N-CR/MY2IN-CR
(Sólo modelos de c.a.)



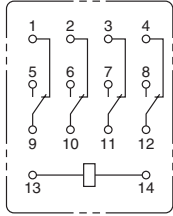
MY2N1/MY2IN1
(Sólo modelos de c.c.)



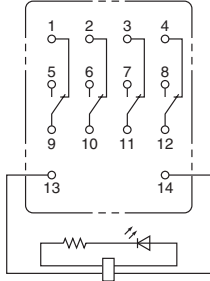
MY2N1-D2/MY2IN1-D2
(Sólo modelos de c.c.)



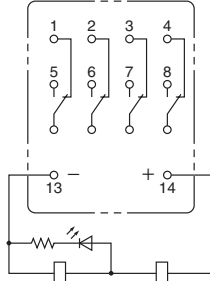
MY4(Z)



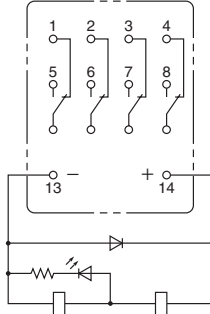
MY4(Z)N/MY4(Z)IN
(Modelos de c.a.)



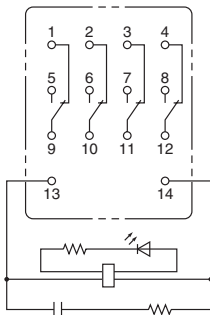
MY4(Z)N/MY4(Z)IN
(Modelos de c.c.)



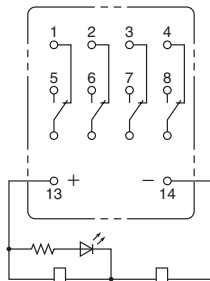
MY4(Z)N-D/MY4(Z)IN-D2
(Sólo modelos de c.c.)



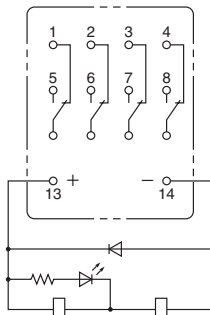
MY4(Z)N-CR/MY4(Z)IN-CR
(Sólo modelos de c.a.)



MY4(Z)N1/MY4(Z)IN1
(Sólo modelos de c.c.)



MY4(Z)N1-D2/MY4(Z)IN1-D2
(Sólo modelos de c.c.)



Nota: Los modelos de c.c. guardan polaridad.

Relés
electromecá-
nicos

Base de conexión rápida sin tornillos PYF□□S

- La sujeción sin tornillos contribuye en gran medida a reducir el tiempo de cableado.
- La conexión del cable no demasiado tensa ni demasiado floja consigue una mejor fiabilidad de los contactos.
- En todos los terminales se puede realizar doble cableado así como sencillas conexiones de puente y derivación.
- Utilice cables rígidos o cables trenzados de 0,2 a 1,5mm² (AWG24 a AWG16).
- Óptima disposición de terminales: Los bornes de bobina están separados de los terminales de contacto.
- La palanca de expulsión exclusiva posibilita una fácil sustitución de relés.
- Hay dos tipos de etiquetas con referencia disponibles: New MY y Legrand.
- Estructura con protección de dedos

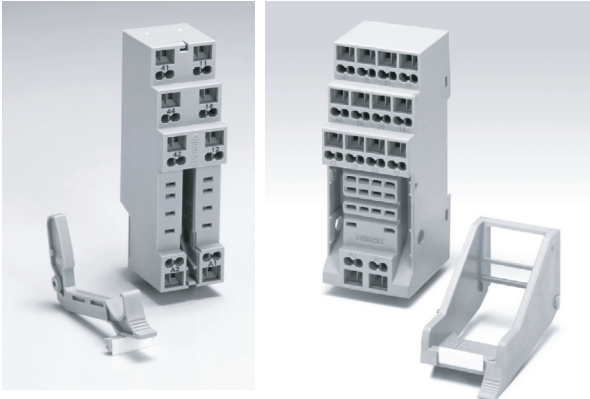


Tabla de selección

■ Lista de modelos

	4 polos	2 polos
Base	PYF14S	PYF08S
Clip y palanca de liberación	PYCM-14S	PYCM-08S
Etiqueta con referencia	Etiqueta con referencia R99-11 para MY	
Puente de base	PYDM-14SR, PYDM-14SB	PYDM-08SR, PYDM-08SB

Especificaciones

■ Valores nominales/características

Elemento	PYF14S	PYF08S	Observaciones
Relé	Serie MY2 Serie MY4	Serie MY2	---
Dimensiones	31 × 85 × 36,5 mm máx. (A × Al. × P)	23,2 × 85 × 36,5 mm máx. (A × Al. × P)	---
Tensión nominal	250 Vc.a.		---
Corriente nominal	10 A a 55°C con MY2 (S) (ver nota) 5 A a 70°C con MY4 (S)	10 A a 55°C con MY2 (S) 7 A a 70°C con MY4 (S)	VDE0627
Cables aplicables	0,2 a 1,5 mm ² (AWG24 a AWG16) Cable rígido, Cables trenzados		---
Número de conexiones de cables	2 cables por terminal (1 cable por orificio)		---
Fuerza de sujeción	10 N mín. (0,2 mm ²) 40 N mín. (1,5 mm ²)		EN60999

Nota: MY2 (S) se puede utilizar a 70°C pero a 7 A.

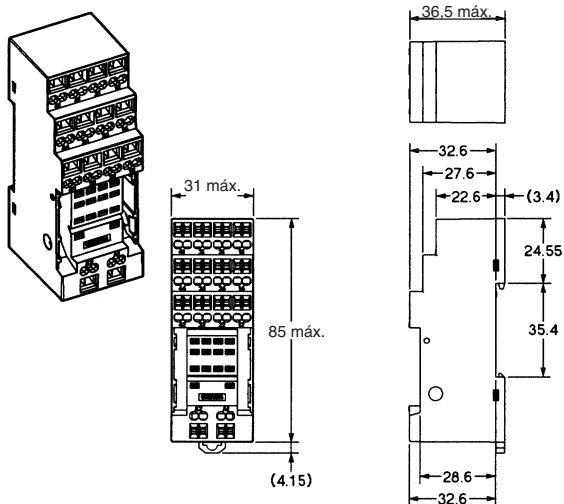
■ Normas aprobadas

Estándar	Nº de archivo
VDE0627 (IEC664, EN60999)	112467UG
UL508 (UL1059)	E87929 Vol. 3
CSA C22.2 N° 14 (CSA C22.2 N° 158)	LR31928

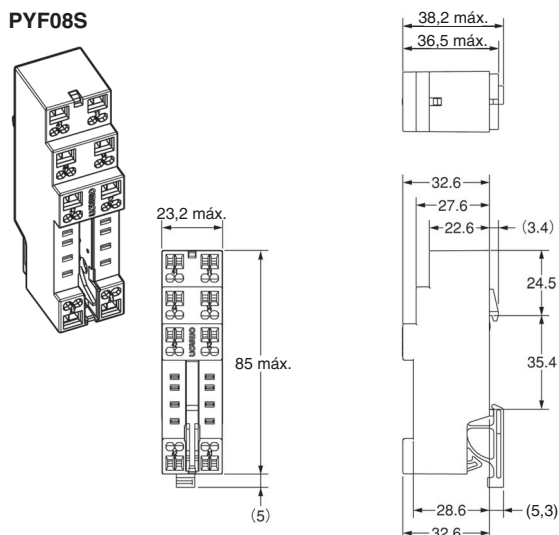
Dimensiones

Nota: Todas las dimensiones se expresan en milímetros, a menos que se especifique lo contrario.

PYF14S

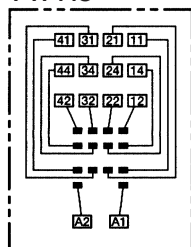


PYF08S

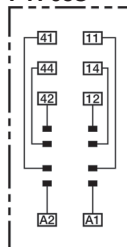


Disposición de terminales

PYF14S



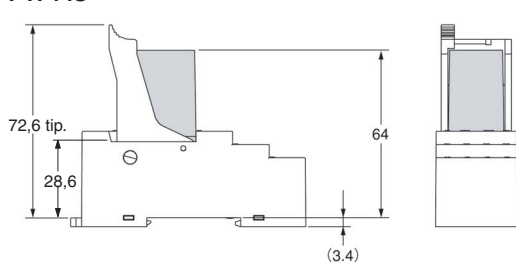
PYF08S



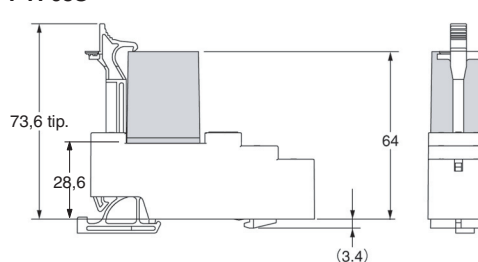
Nota: los polos 2 y 3 no pueden utilizarse con el tipo MY2.
Utilice el polo 1 (números de terminal: 11, 14, 12) y el polo 4 (números de terminal: 41, 44, 42).

Altura de montaje (con palanca)

PYF14S



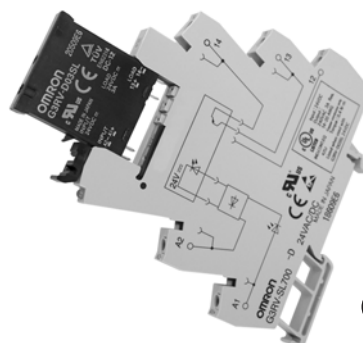
PYF08S



Slim Relay G3RV

The World's First Industrial Slim Relay

- G2RV compatible
- LED indicator built in SSR
- Push-in terminals and accessories for easy wiring.



Model Number Structure

Model Number Legend

G3RV-SL -

1 2 3 4

1. Basic Model Name

G3RV: MOS-Solid State Relay

2. Auxiliary Type Designation

SL: Slim Solid State Relay and socket combination

3. Wire Connection

700: Screw Terminals

500: Push-in (screwless) terminals

4. Output voltage specifications

A(L): AC Output .. TRIAC

* A: with Zero cross function AL: without Zero cross function

D: DC Output .. MOS FET

Ordering Information

List of Models

Classification		Enclosure rating	Input voltage	Type of connection	Contact form
					SPST
Plug-in terminals	General-purpose	Unsealed	AC/DC	Screw terminals	G3RV-SL700
				Push-in terminals	G3RV-SL500

Relay and Socket Combinations

Input voltage	Screw terminals	Push-in terminals
12 VDC	G3RV-SL700-D 12VDC	G3RV-SL500-D 12VDC
	G3RV-SL700-A(L) 12VDC	G3RV-SL500-A(L) 12VDC
24 VDC	G3RV-SL700-D 24VDC	G3RV-SL500-D 24VDC
	G3RV-SL700-A(L) 24VDC	G3RV-SL500-A(L) 24VDC
24 VAC/DC	G3RV-SL700-D 24VAC/DC	G3RV-SL500-D 24VAC/DC
	G3RV-SL700-A(L) 24VAC/DC	G3RV-SL500-A(L) 24VAC/DC
48 VAC/DC	G3RV-SL700-D 48VAC/DC	G3RV-SL500-D 48VAC/DC
	G3RV-SL700-A(L) 48VAC/DC	G3RV-SL500-A(L) 48VAC/DC
110 VAC	G3RV-SL700-D 110VAC	G3RV-SL500-D 110VAC
	G3RV-SL700-A(L) 110VAC	G3RV-SL500-A(L) 110VAC
230 VAC	G3RV-SL700-D 230VAC	G3RV-SL500-D 230VAC
	G3RV-SL700-A(L) 230VAC	G3RV-SL500-A(L) 230VAC

Specifications

■ Ratings (at an Ambient Temperature of 25°C)

Input

G3RV-SL700/500-A Series

Rated voltage	Rated current			Must operate voltage	Must release voltage	Input voltage
	AC		DC			% of rated voltage
	50 Hz	60 Hz				
12 VDC	---	---	15 mA	10.8V	1V	±10%
24 VDC	---	---	12 mA	21.6V		
24 VAC/DC	20 mA	21 mA	11 mA	21.6V		
48 VAC/DC	10 mA	11 mA	6 mA	43.2V		
110 VAC	7.5 mA	8.2 mA	---	99V		
230 VAC	7.3 mA	8.6 mA	---	207V		

G3RV-SL700/500-AL Series

Rated voltage	Rated current			Must operate voltage	Must release voltage	Input voltage
	AC		DC			% of rated voltage
	50 Hz	60 Hz				
12 VDC	---	---	15 mA	10.8V	1V	±10%
24 VDC	---	---	12 mA	21.6V		
24 VAC/DC	20 mA	21 mA	11 mA	21.6V		
48 VAC/DC	10 mA	11 mA	6 mA	43.2V		
110 VAC	7.5 mA	8.2 mA	---	99V		
230 VAC	7.3 mA	8.6 mA	---	207V		

G3RV-SL700/500-D Series

Rated voltage	Rated current			Must operate voltage	Must release voltage	Input voltage
	AC		DC			% of rated voltage
	50 Hz	60 Hz				
12 VDC	---	---	8 mA	10.8V	1V	±10%
24 VDC	---	---	4.5 mA	21.6V		
24 VAC/DC	10.7 mA	11.1 mA	4.3 mA	21.6V		
48 VAC/DC	9.6 mA	10.2 mA	6 mA	43.2V		
110 VAC	6.8 mA	7.5 mA	---	99V		
230 VAC	6.8 mA	8.1 mA	---	207V		

Output

Item	G3RV-SL700/500-A(L)	G3RV-SL700/500-D
Rated load voltage	AC100~240V (50/60Hz)	DC5~24V
Load voltage range	AC75~264V (50/60Hz)	DC3~26.4V
Load current	0.1~2A (Ta=40°C)	100μA~3A (Ta=40°C)
Inrush current	30A (60Hz/1 cycle)	30A (60Hz/1 cycle)
Permissible I ² t ; Joule Integral (Reference value)	15A ² s	9A ² s
Application load capacity	400W (Output voltage: AC200V)	72W (Output voltage: DC24V)

■ Characteristics

Item	G3RV-SL700/500-A	G3RV-SL700/500-AL	G3RV-SL700/500-D
Output ON voltage drop	1.6 V rms max.		0.9 V max.
Leakage current	5 mA max. (at 200 VAC 50/60Hz)		10 μ A max. (at 24VDC)
Insulation resistance	100 M Ω min. (at 500 VDC)		
Dielectric strength	AC2500V 50/60 Hz for 1 min between input and output		
Vibration resistance	Malfunction: 10 to 55 to 10 Hz, 0.7-mm single amplitude		
Shock resistance	300m/s ²		
Ambient temperature	Storage: -30~+100°C (with no icing or condensation) Operating: -30~+55°C (with no icing or condensation)		
Ambient humidity	45~85%RH		
Weight	Approx. 38 g		
Pollution degree	2		
Degree of protection according to IEC 60529	IP20		
Rated Impulse Withstand Voltage	4.0kV / III		
Load category	LC-A		DC-12
Overload Current Profile	1.5Ie 1.1Ie 5s ON, 10s OFF, 10cycles		
Rated insulation Voltage	240V		

■ Approved Standards

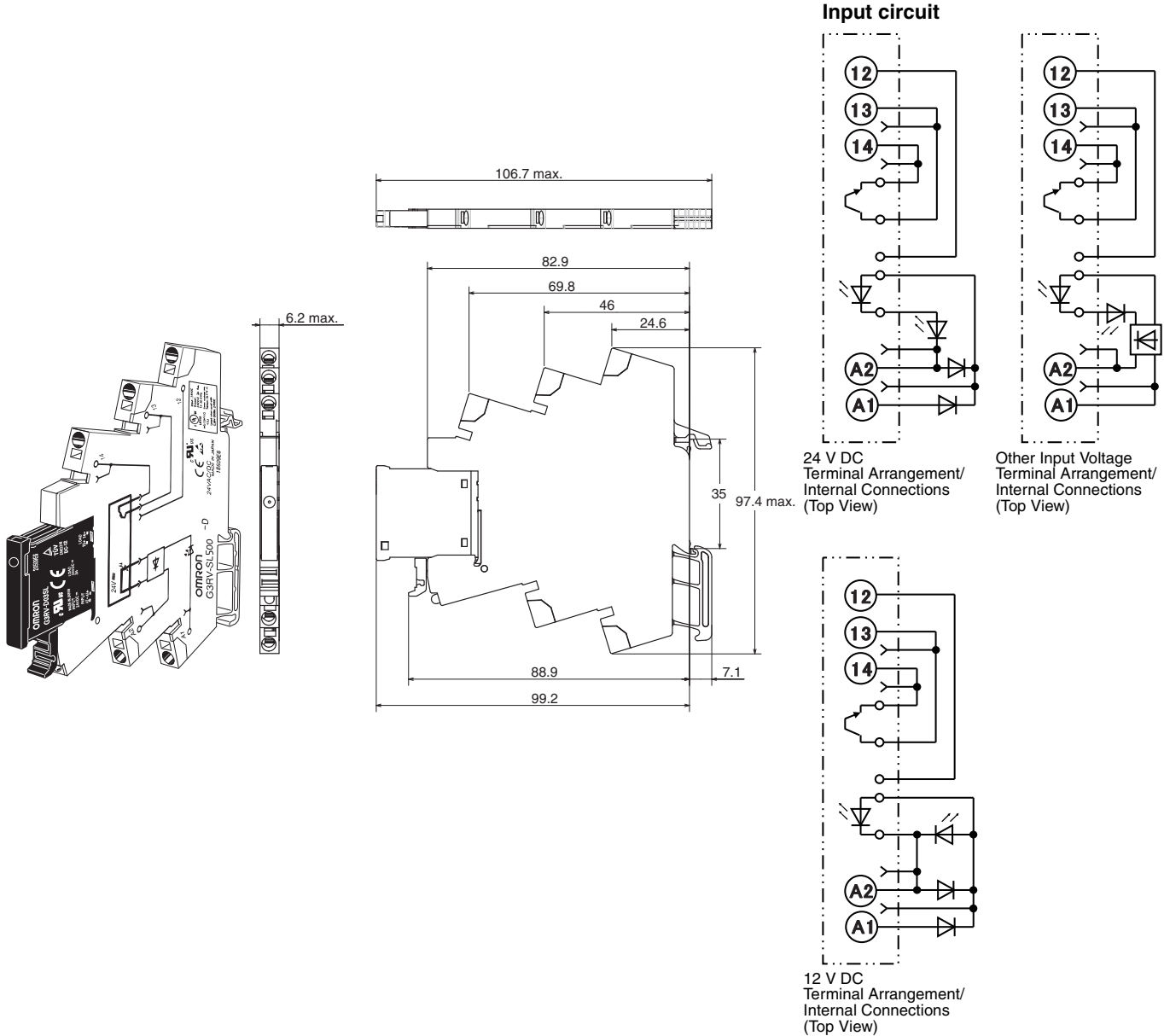
UL 508 (File No. E64562)

Model	Input ratings	Contact ratings
G3RV-SL700/500-D Series	12, 24 VDC 24, 48 VAC/DC 110, 230 VAC	24 VDC 3 A (Resistive Load) at 25°C
G3RV-SL700/500-A(L) Series	12, 24 VDC 24, 48 VAC/DC 110, 230 VAC	240 VAC 2 A (Resistive Load) at 25°C

IEC/TUV (EN 62314)

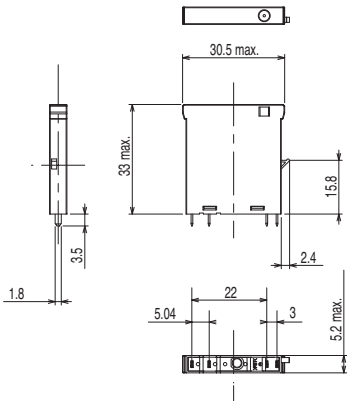
Input ratings	Contact ratings
12, 24 VDC 24, 48 VAC/DC 110, 230 VAC	24 VDC 3 A (Resistive Load)
12, 24 VDC 24, 48 VAC/DC 110, 230 VAC	240 VAC 2 A (Resistive Load)

G3RV-SL500

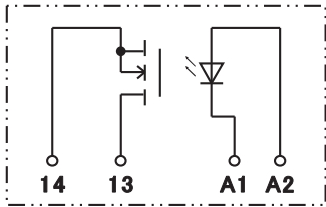


Solid State Relay

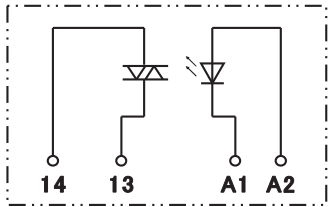
G3RV-D03SL
G3RV-202S(L)



Input circuit
G3RV-D03SL



G3RV-202S(L)



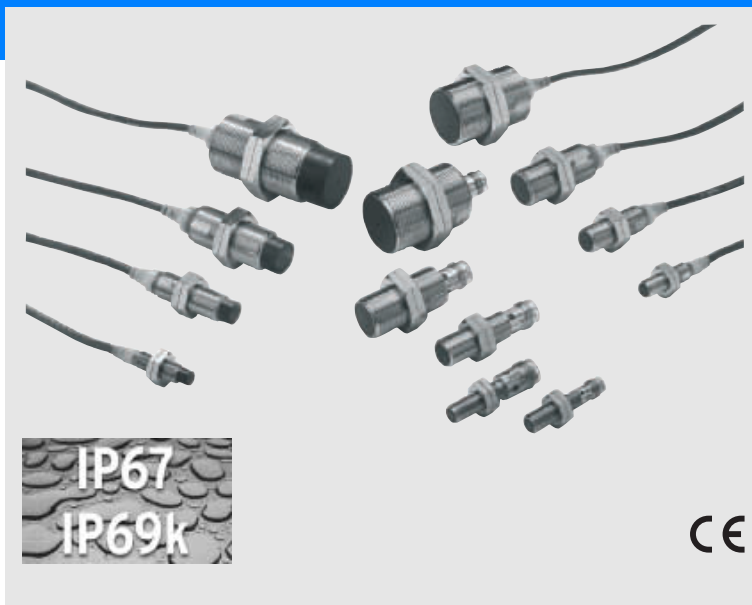
Terminal Arrangement/ Internal Connections (Bottom View)

Sensor de proximidad inductivo

E2A

Empleo general con alta calidad y larga vida útil

- Amplia gama de aplicaciones gracias a su concepto modular.
- Diseñado y ensayado para una larga vida útil.
- IP67 y IP69k para la más alta protección en ambientes húmedos.
- Nivel de calidad garantizado mediante un proceso de fabricación especializado.
- Modelos de c.c. a 3 y a 2 hilos.
- Modelos Normalmente abierto (NA), Normalmente cerrado (NC) y Antivalentes (NA+NC).
- Hasta 30 mm de distancia de detección.
- Carcasas en acero inoxidable y latón.
- Versiones con cables de distintos materiales y diámetros, tipos con conector M8 y M12, versiones con cable y conector en el extremo del mismo.



Modelos disponibles

Modelos de c.c. 3 hilos (NA + NC: c.c. de 4 hilos) *2

Tamaño		Distancia de detección	Conexión	Material de la carcasa	Longitud roscada (longitud total)	Configuración de salida	Modo de operación NA	Modo de operación NC
M8	Protegido	2,0 mm	Con cable	Acero inoxidable*1	27 (40)	PNP	E2A-S08KS02-WP-B1 2M	E2A-S08KS02-WP-B2 2M
					NPN	E2A-S08KS02-WP-C1 2M	E2A-S08KS02-WP-C2 2M	
					49 (62)	PNP	E2A-S08LS02-WP-B1 2M	E2A-S08LS02-WP-B2 2M
					NPN	E2A-S08LS02-WP-C1 2M	E2A-S08LS02-WP-C2 2M	
			Conector M12		27 (43)	PNP	E2A-S08KS02-M1-B1	E2A-S08KS02-M1-B2
					NPN	E2A-S08KS02-M1-C1	E2A-S08KS02-M1-C2	
					49 (65)	PNP	E2A-S08LS02-M1-B1	E2A-S08LS02-M1-B2
					NPN	E2A-S08LS02-M1-C1	E2A-S08LS02-M1-C2	
		Conector M8 (3 pines)	27 (39)		PNP	E2A-S08KS02-M5-B1	E2A-S08KS02-M5-B2	
			NPN		E2A-S08KS02-M5-C1	E2A-S08KS02-M5-C2		
			49 (61)		PNP	E2A-S08LS02-M5-B1	E2A-S08LS02-M5-B2	
			NPN		E2A-S08LS02-M5-C1	E2A-S08LS02-M5-C2		
		Conector M8 (4 pines)	27 (39)		PNP	E2A-S08KS02-M3-B1	E2A-S08KS02-M3-B2	
			NPN		E2A-S08KS02-M3-C1	E2A-S08KS02-M3-C2		
			49 (61)		PNP	E2A-S08LS02-M3-B1	E2A-S08LS02-M3-B2	
			NPN		E2A-S08LS02-M3-C1	E2A-S08LS02-M3-C2		
	No protegido	4,0 mm	Con cable		27 (40)	PNP	E2A-S08KN04-WP-B1 2M	E2A-S08KN04-WP-B2 2M
					NPN	E2A-S08KN04-WP-C1 2M	E2A-S08KN04-WP-C2 2M	
					49 (62)	PNP	E2A-S08LN04-WP-B1 2M	E2A-S08LN04-WP-B2 2M
					NPN	E2A-S08LN04-WP-C1 2M	E2A-S08LN04-WP-C2 2M	
			Conector M12		27 (43)	PNP	E2A-S08KN04-M1-B1	E2A-S08KN04-M1-B2
					NPN	E2A-S08KN04-M1-C1	E2A-S08KN04-M1-C2	
					49 (65)	PNP	E2A-S08LN04-M1-B1	E2A-S08LN04-M1-B2
					NPN	E2A-S08LN04-M1-C1	E2A-S08LN04-M1-C2	
		Conector M8 (3 pines)	27 (39)		PNP	E2A-S08KN04-M5-B1	E2A-S08KN04-M5-B2	
			NPN		E2A-S08KN04-M5-C1	E2A-S08KN04-M5-C2		
			49 (61)		PNP	E2A-S08LN04-M5-B1	E2A-S08LN04-M5-B2	
			NPN		E2A-S08LN04-M5-C1	E2A-S08LN04-M5-C2		
		Conector M8 (4 pines)	27 (39)		PNP	E2A-S08KN04-M3-B1	E2A-S08KN04-M3-B2	
			NPN		E2A-S08KN04-M3-C1	E2A-S08KN04-M3-C2		
			49 (61)		PNP	E2A-S08LN04-M3-B1	E2A-S08LN04-M3-B2	
			NPN		E2A-S08LN04-M3-C1	E2A-S08LN04-M3-C2		

Especificaciones

Modelos de c.c 3 hilos/c.c. 4 hilos (NA+NC)

Tamaño		M8		M12	
Tipo		Protegido	No protegido	Protegido	No protegido
	Elemento	E2A-S08□S02-□□-B1	E2A-S08□N04-□□-B1	E2A-M12□S04-□□-B□	E2A-M12□N08-□□-B□
		E2A-S08□S02-□□-C1	E2A-S08□N04-□□-C1	E2A-M12□S04-□□-C□	E2A-M12□N08-□□-C□
				E2A-S12□S04-□□-B□	E2A-S12□N08-□□-B□
				E2A-S12□S04-□□-C□	E2A-S12□N08-□□-C□
Distancia de detección		2 mm ±10%	4 mm ±10%	4 mm ±10%	8 mm ±10%
Distancia de ajuste		0 a 1,6 mm	0 a 3,2 mm	0 a 3,2 mm	0 a 6,4 mm
Distancia diferencial		10% máx. de la distancia de detección			
Objeto		Metal ferroso (la distancia de detección se reduce con metales no ferrosos)			
Objeto estándar (acero templado ST37)		8 × 8 × 1 mm	12 × 12 × 1 mm	12 × 12 × 1 mm	24 × 24 × 1 mm
Frecuencia de respuesta (ver nota 1.)		1.500 Hz	1.000 Hz	1.000 Hz	800 Hz
Tensión de alimentación (rango de tensión de operación)		12 a 24 Vc.c. Rizado (p-p): 10% máx. (10 a 32 Vc.c.)			
Consumo (c.c. 3 hilos)		10 mA máx.			
Tipo de salida		Modelos -B: Colector abierto PNP Modelos -C: Colector abierto NPN			
Salida de control	Corriente de carga (Ver nota 2.)	200 mA máx. (32 Vc.c. máx.)			
	Tensión residual	2 V máx. (bajo corriente de carga de 200 mA con cable de 2 m de longitud)			
Indicadores		Indicador de operación (LED amarillo)			
Modo de operación (con el objeto detectable aproximándose)		Modelos -B1/-C1: NO Modelos -B2/-C2: NC Modelos -B3/-C3: NA+NC Si desea obtener más detalles, consulte los diagramas de operación. (Ver nota 4.)			
Circuito de protección		Protección frente a inversión de polaridad de fuente de alimentación, supresor de sobretensiones, protección contra cortocircuito		Protección frente a inversión de polaridad de salida, protección frente a inversión de polaridad de fuente de alimentación, supresor de sobretensiones, protección contra cortocircuito	
Temperatura ambiente		En servicio: -40°C a 70°C, almacenaje: -40°C a 85°C (sin formación de hielo ni condensación)			
Influencia de la temperatura (ver nota 2.)		±10% máx. de la distancia de detección a 23°C dentro del rango de temperatura de -25°C a 70°C ±15% máx. de la distancia de detección a 23°C dentro del rango de temperatura de -40°C a 70°C			
Humedad ambiente		En servicio: de 35% a 95%, Almacenamiento: 35% a 95%			
Influencia de la tensión		±1% máx. de la distancia de detección en el rango de tensión permitido ±15%			
Resistencia de aislamiento		50 MΩ min. (a 500 Vc.c.) entre partes conductoras y carcasa			
Rigidez dieléctrica		1.000 Vc.a. a 50/60 Hz durante 1 min entre partes conductoras y carcasa			
Resistencia a vibraciones		10 a 55 Hz, 1,5 mm de amplitud p-p durante 2 horas en las direcciones X, Y y Z			
Resistencia a golpes		500 m/s ² , 10 veces en cada una de las direcciones X, Y y Z		1.000 m/s ² , 10 veces en cada una de las direcciones X, Y y Z	
Norma y listados (Ver nota 3.)		IP67 según IEC 60529 IP69k según DIN 40050 EMC según EN60947-5-2			
Método de conexión		Modelos con cable (el estándar es cable de PVC de diá. 4 mm de longitud = 2 m). Consulte en el capítulo “Conectividad” más detalles sobre diferentes materiales y longitudes de cable y conectores M8 ó M12.			
Peso (embalado)	Modelo con cables	Aprox. 65 g		Aprox. 85 g	
	Modelo de conector	Modelos con conector M12: Aprox. 20 g Modelos con conector M8: Aprox. 15 g		Aprox. 35 g	
Material	Carcasa	Acero inoxidable		Latón niquelado o acero inoxidable	
	Superficie de detección	PBT			
	Cable	El cable estándar es PVC diá. 4 mm. Consulte en el capítulo 'Conectividad' otros materiales o diámetros de cables			
	Tuerca de sujeción	Latón niquelado		Latón niquelado para modelos de latón, acero inoxidable par modelos de acero	

Nota 1. La frecuencia de respuesta es un valor medio. Las condiciones de medición son las siguientes: objeto estándar, una distancia el doble de la distancia de objeto estándar entre objetos y una distancia de ajuste de la mitad de la distancia de detección.

2. Al utilizar cualquier modelo a una temperatura ambiente entre -40°C y -25°C y una tensión de alimentación entre 30 y 32 Vc.c., utilice una corriente de carga de 100 mA máx.

3. Para EE.UU. y Canadá: Utilice sólo circuito de clase 2.

4. Los modelos -B3/-C3 NA+NC están disponibles con carcasas M12, M18 y M30 con conectores M12, con cable y conectores en extremo del cable.

Composición de la referencia

E2A- - - - - - - - - - - - - - - -
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

Ejemplo: E2A-M12LS04-M1-B1 estándar, M12, cabeza larga, protegido, Sn=4 mm, conector M12, PNP-NA
E2A-S08KN04-WP-B1 5M estándar, M8 acero inoxidable, cabeza corta, no protegido, Sn=4 mm, con cable de PVC, PNP-NA, longitud del cable=5 m

1. Nombre básico

E2A

2. Tecnología de detección

En blanco: Estándar doble distancia

3. Diseño y material de la carcasa

M: cilíndrico, rosca métrica, latón
S: cilíndrico, rosca métrica, acero inoxidable

4. Tamaño de la carcasa

08: 8 mm
12: 12 mm
18: 18 mm
30: 30 mm

5. Longitud de la cabeza

K: Longitud estándar
L: Larga

6. Protección

S: Protegido
N: No protegido

7. Distancia de detección

Numérico: Distancia de detección: por ejemplo, 02=2 mm, 16=16 mm

8. Tipo de conexión

WP: Con cable, PVC, diá. 4 mm (estándar)
WS: Con cable, PVC, diá. 6 mm
WR: Con cable, PVC, cable para robótica, diá. 4 mm
WA: Con cable, PUR/PVC (cubierta PUR), diá. 4 mm
WB: Con cable, PUR/PVC (cubierta PUR), diá. 6 mm

M1: Conector M12 (4 pines) *
M3: Conector M8 (4 pines)
M5: Conector M8 (3 pines)

M1J Con cable con conector final M12 (4 pines)
M3J Con cable con conector final M8 (4 pines)
M5J Con cable con conector final M8 (3 pines)

9. Fuente de alimentación y salida

B: c.c., 3 hilos, colector abierto PNP
C: c.c., 3 hilos, colector abierto NPN
D: c.c., 2 hilos
E: c.c., 3 hilos, salida de tensión NPN
F: c.c., 3 hilos, salida de tensión PNP

10. Modo de funcionamiento

1: Normalmente abierto (NA)
2: Normalmente cerrado (NC)
3: Antivalente (NA+NC)

11. Características especiales (por ejemplo, material de cable, frecuencia de oscilación)

12. Longitud del cable

En blanco: Tipo con conector
Numérico: Longitud del cable

Nota: *En el caso de los modelos de c.c. a 2 hilos el identificador de conector M12 es "-M1G"

Tamaño	Distancia de detección	Conexión	Material de la carcasa	Longitud roscada (longitud total)	Configuración de salida	Modo de operación NA	Modo de operación NC	Modo de operación NA + NC
M12	Protegido	Con cable	Latón ³	34 (50)	PNP	E2A-M12KS04-WP-B1 2M	E2A-M12KS04-WP-B2 2M	E2A-M12KS04-WP-B3 2M
				56 (72)	NPN	E2A-M12KS04-WP-C1 2M	E2A-M12KS04-WP-C2 2M	E2A-M12KS04-WP-C3 2M
					PNP	E2A-M12LS04-WP-B1 2M	E2A-M12LS04-WP-B2 2M	E2A-M12LS04-WP-B3 2M
					NPN	E2A-M12LS04-WP-C1 2M	E2A-M12LS04-WP-C2 2M	E2A-M12LS04-WP-C3 2M
		Conector M12	Latón ³	34 (48)	PNP	E2A-M12KS04-M1-B1	E2A-M12KS04-M1-B2	E2A-M12KS04-M1-B3
				56 (70)	NPN	E2A-M12KS04-M1-C1	E2A-M12KS04-M1-C2	E2A-M12KS04-M1-C3
					PNP	E2A-M12LS04-M1-B1	E2A-M12LS04-M1-B2	E2A-M12LS04-M1-B3
					NPN	E2A-M12LS04-M1-C1	E2A-M12LS04-M1-C2	E2A-M12LS04-M1-C3
		Conector M8 (3 pines)	Latón ³	34 (48)	PNP	E2A-M12KS04-M5-B1	E2A-M12KS04-M5-B2	n.d.
				56 (70)	NPN	E2A-M12KS04-M5-C1	E2A-M12KS04-M5-C2	n.d.
					PNP	E2A-M12LS04-M5-B1	E2A-M12LS04-M5-B2	n.d.
					NPN	E2A-M12LS04-M5-C1	E2A-M12LS04-M5-C2	n.d.
		Conector M8 (4 pines)	Latón ³	34 (48)	PNP	E2A-M12KS04-M3-B1	E2A-M12KS04-M3-B2	n.d.
				56 (70)	NPN	E2A-M12KS04-M3-C1	E2A-M12KS04-M3-C2	n.d.
					PNP	E2A-M12LS04-M3-B1	E2A-M12LS04-M3-B2	n.d.
					NPN	E2A-M12LS04-M3-C1	E2A-M12LS04-M3-C2	n.d.
	No protegido	Con cable	Latón ³	34 (50)	PNP	E2A-M12KN08-WP-B1 2M	E2A-M12KN08-WP-B2 2M	E2A-M12KN08-WP-B3 2M
				56 (72)	NPN	E2A-M12KN08-WP-C1 2M	E2A-M12KN08-WP-C2 2M	E2A-M12KN08-WP-C3 2M
					PNP	E2A-M12LN08-WP-B1 2M	E2A-M12LN08-WP-B2 2M	E2A-M12LN08-WP-B3 2M
					NPN	E2A-M12LN08-WP-C1 2M	E2A-M12LN08-WP-C2 2M	E2A-M12LN08-WP-C3 2M
		Conector M12	Latón ³	34 (48)	PNP	E2A-M12KN08-M1-B1	E2A-M12KN08-M1-B2	E2A-M12KN08-M1-B3
				56 (70)	NPN	E2A-M12KN08-M1-C1	E2A-M12KN08-M1-C2	E2A-M12KS08-M1-C3
					PNP	E2A-M12LN08-M1-B1	E2A-M12LN08-M1-B2	E2A-M12LS08-M1-B3
					NPN	E2A-M12LN08-M1-C1	E2A-M12LN08-M1-C2	E2A-M12LS08-M1-C3
		Conector M8 (3 pines)	Latón ³	34 (48)	PNP	E2A-M12KN08-M5-B1	E2A-M12KN08-M5-B2	n.d.
				56 (70)	NPN	E2A-M12KN08-M5-C1	E2A-M12KN08-M5-C2	n.d.
					PNP	E2A-M12LN08-M5-B1	E2A-M12LN08-M5-B2	n.d.
					NPN	E2A-M12LN08-M5-C1	E2A-M12LN08-M5-C2	n.d.
		Conector M8 (4 pines)	Latón ³	34 (48)	PNP	E2A-M12KN08-M3-B1	E2A-M12KN08-M3-B2	n.d.
				56 (70)	NPN	E2A-M12KN08-M3-C1	E2A-M12KN08-M3-C2	n.d.
					PNP	E2A-M12LN08-M3-B1	E2A-M12LN08-M3-B2	n.d.
					NPN	E2A-M12LN08-M3-C1	E2A-M12LN08-M3-C2	n.d.
M18	Protegido	Con cable	Latón ³	39 (59)	PNP	E2A-M18KS08-WP-B1 2M	E2A-M18KS08-WP-B2 2M	E2A-M18KS08-WP-B3 2M
				61 (81)	NPN	E2A-M18KS08-WP-C1 2M	E2A-M18KS08-WP-C2 2M	E2A-M18KS08-WP-C3 2M
					PNP	E2A-M18LS08-WP-B1 2M	E2A-M18LS08-WP-B2 2M	E2A-M18LS08-WP-B3 2M
					NPN	E2A-M18LS08-WP-C1 2M	E2A-M18LS08-WP-C2 2M	E2A-M18LS08-WP-C3 2M
		Conector M12	Latón ³	39 (53)	PNP	E2A-M18KS08-M1-B1	E2A-M18KS08-M1-B2	E2A-M18KS08-M1-B3
				61 (75)	NPN	E2A-M18KS08-M1-C1	E2A-M18KS08-M1-C2	E2A-M18KS08-M1-C3
					PNP	E2A-M18LS08-M1-B1	E2A-M18LS08-M1-B2	E2A-M18LS08-M1-B3
					NPN	E2A-M18LS08-M1-C1	E2A-M18LS08-M1-C2	E2A-M18LS08-M1-C3
		Conector M8 (3 pines)	Latón ³	39 (53)	PNP	E2A-M18KS08-M5-B1	E2A-M18KS08-M5-B2	n.d.
				61 (75)	NPN	E2A-M18KS08-M5-C1	E2A-M18KS08-M5-C2	n.d.
					PNP	E2A-M18LS08-M5-B1	E2A-M18LS08-M5-B2	n.d.
					NPN	E2A-M18LS08-M5-C1	E2A-M18LS08-M5-C2	n.d.
		Conector M8 (4 pines)	Latón ³	39 (53)	PNP	E2A-M18KS08-M3-B1	E2A-M18KS08-M3-B2	n.d.
				61 (75)	NPN	E2A-M18KS08-M3-C1	E2A-M18KS08-M3-C2	n.d.
					PNP	E2A-M18LS08-M3-B1	E2A-M18LS08-M3-B2	n.d.
					NPN	E2A-M18LS08-M3-C1	E2A-M18LS08-M3-C2	n.d.
	No protegido	Con cable	Latón ³	39 (59)	PNP	E2A-M18KN16-WP-B1 2M	E2A-M18KN16-WP-B2 2M	E2A-M18KN16-WP-B3 2M
				61 (81)	NPN	E2A-M18KN16-WP-C1 2M	E2A-M18KN16-WP-C2 2M	E2A-M18KN16-WP-C3 2M
					PNP	E2A-M18LN16-WP-B1 2M	E2A-M18LN16-WP-B2 2M	E2A-M18LN16-WP-B3 2M
					NPN	E2A-M18LN16-WP-C1 2M	E2A-M18LN16-WP-C2 2M	E2A-M18LN16-WP-C3 2M
		Conector M12	Latón ³	39 (53)	PNP	E2A-M18KN16-M1-B1	E2A-M18KN16-M1-B2	E2A-M18KN16-M1-B3
				61 (75)	NPN	E2A-M18KN16-M1-C1	E2A-M18KN16-M1-C2	E2A-M18KS16-M1-C3
					PNP	E2A-M18LN16-M1-B1	E2A-M18LN16-M1-B2	E2A-M18LS16-M1-B3
					NPN	E2A-M18LN16-M1-C1	E2A-M18LN16-M1-C2	E2A-M18LS16-M1-C3
		Conector M8 (3 pines)	Latón ³	39 (53)	PNP	E2A-M18KN16-M5-B1	E2A-M18KN16-M5-B2	n.d.
				61 (75)	NPN	E2A-M18KN16-M5-C1	E2A-M18KN16-M5-C2	n.d.
					PNP	E2A-M18LN16-M5-B1	E2A-M18LN16-M5-B2	n.d.
					NPN	E2A-M18LN16-M5-C1	E2A-M18LN16-M5-C2	n.d.
		Conector M8 (4 pines)	Latón ³	39 (53)	PNP	E2A-M18KN16-M3-B1	E2A-M18KN16-M3-B2	n.d.
				61 (75)	NPN	E2A-M18KN16-M3-C1	E2A-M18KN16-M3-C2	n.d.
					PNP	E2A-M18LN16-M3-B1	E2A-M18LN16-M3-B2	n.d.
					NPN	E2A-M18LN16-M3-C1	E2A-M18LN16-M3-C2	n.d.

Modelos de c.c. 3 hilos
Salida NPN

Modo de funcionamiento	Modelo	Diagrama de operación	Circuito de salida
NA	E2A-□-□-C1		<p>Nota 1: con los modelos de conector M8 no hay diodo de protección frente a inversión de polaridad de salida.</p> <p>Disposición de los pines del conector M12 (Ver nota 2.)</p> <p>Disposición de los pines (3 pines) del conector M8</p> <p>Disposición de los pines (4 pines) del conector M8 (Ver nota 2.)</p> <p>Nota 2: el pin 2 del conector M12 y del conector M8 no se utiliza.</p>
NC	E2A-□-□-C2		<p>Nota 1: con los modelos de conector M8 no hay diodo de protección frente a inversión de polaridad de salida.</p> <p>Disposición de los pines del conector M12 (Ver nota 2.)</p> <p>Disposición de los pines (3 pines) del conector M8</p> <p>Disposición de los pines (4 pines) del conector M8 (Ver nota 2.)</p> <p>Nota 2: el pin 4 del conector M12 y del conector M8 no se utiliza.</p>
NA + NC	E2A-□-□-C3		<p>Disposición de los pines del conector M12</p>

Operación

Modelos de c.c. 3 hilos

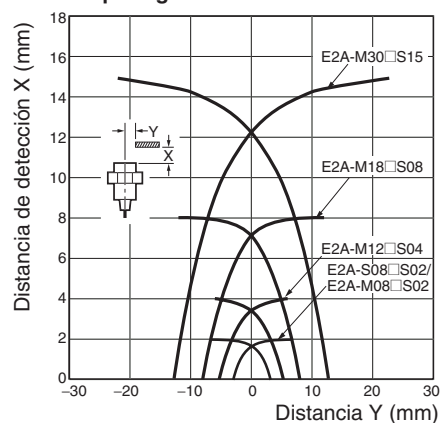
Salida PNP

Modo de funcionamiento	Modelo	Diagrama de operación	Circuito de salida
NA	E2A-□-□-B1		<p>Nota 1: con los modelos de conector M8 no hay diodo de protección frente a inversión de polaridad de salida.</p> <p>Disposición de los pines del conector M12 (Ver nota 2.)</p> <p>Disposición de los pines (3 pines) del conector M8</p> <p>Disposición de los pines (4 pines) del conector M8 (Ver nota 2.)</p> <p>Nota 2: el pin 2 del conector M12 y del conector M8 no se utiliza.</p>
NC	E2A-□-□-B2		<p>Nota 1: con los modelos de conector M8 no hay diodo de protección frente a inversión de polaridad de salida.</p> <p>Disposición de los pines del conector M12 (Ver nota 2.)</p> <p>Disposición de los pines (3 pines) del conector M8</p> <p>Disposición de los pines (4 pines) del conector M8 (Ver nota 2.)</p> <p>Nota 2: el pin 4 del conector M12 y del conector M8 no se utiliza.</p>
NA + NC	E2A-□-□-B3		<p>Disposición de los pines del conector M12</p>

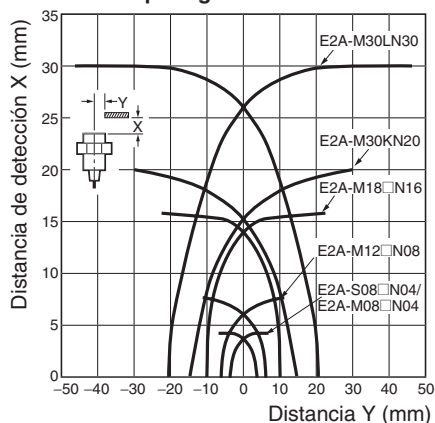
Curvas características

Rango de operación (típico)

Modelos protegidos



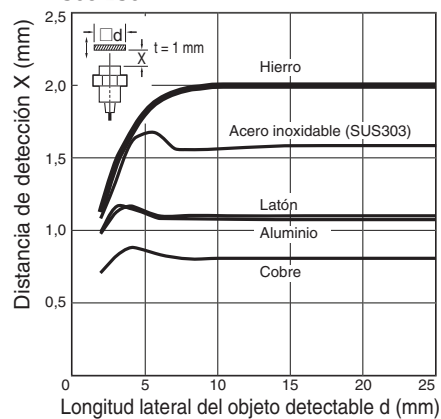
Modelos no protegidos



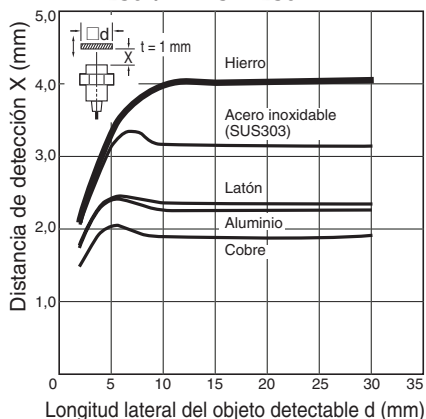
Influencia de los materiales y el tamaño del objeto detectable

Modelos protegidos

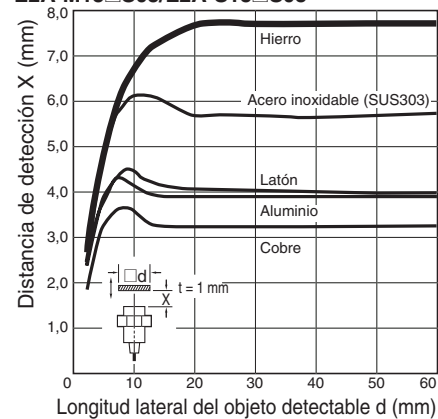
E2A-S08□S02



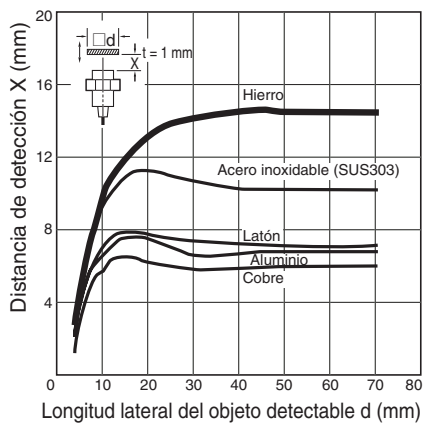
E2A-M12□S04/ E2A-S12□S04



E2A-M18□S08/E2A-S18□S08



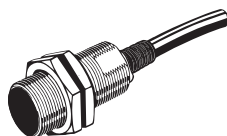
E2A-M30□S15/ E2A-S30□S15



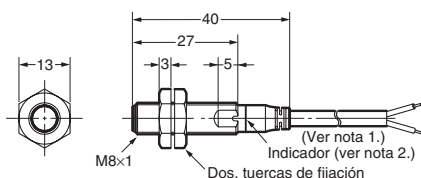
Dimensiones

Nota: Todas las dimensiones se expresan en milímetros, a menos que se especifique lo contrario.

Modelos con cable (Protegido)

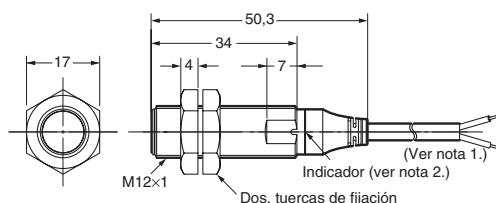


E2A-S08KS02-WP-□□



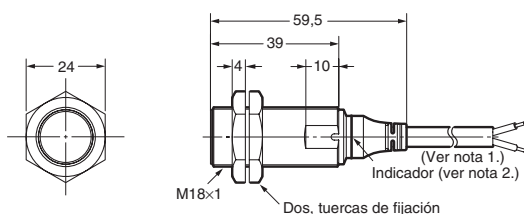
- Nota 1.** Cable cilíndrico aislado con vinilo, diám. 4, con 3 conductores (sección de los conductores: 0,3 mm²; diámetro del aislamiento: 1,3 mm); longitud estándar: 2 m
2. Indicador de operación (amarillo)

E2A-M12KS04-WP-□□/E2A-S12KS04-WP-□



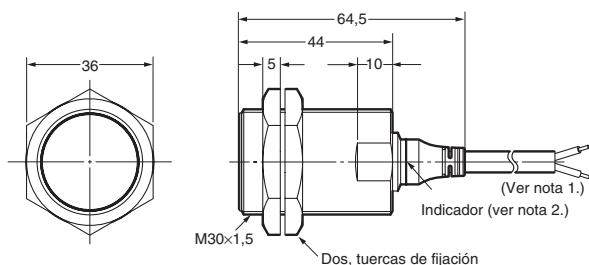
- Nota 1.** Cable cilíndrico aislado con vinilo, diám. 4, con 3 conductores (sección de los conductores: 0,3 mm²; diámetro del aislamiento: 1,3 mm); longitud estándar: 2 m
2. Indicador de operación (amarillo)
3. para modelos NA+NC (-B3/-C3) la longitud total es de 4 mm mayor

E2A-M18KS08-WP-□□/E2A-S18KS08-WP-□



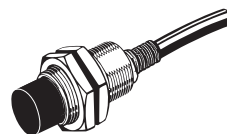
- Nota 1.** Cable cilíndrico aislado con vinilo, diám. 4, con 3 conductores (sección de los conductores: 0,3 mm²; diámetro del aislamiento: 1,3 mm); longitud estándar: 2 m
2. Indicador de operación (amarillo)

E2A-M30KS15-WP-□□/E2A-S30KS15-WP-□

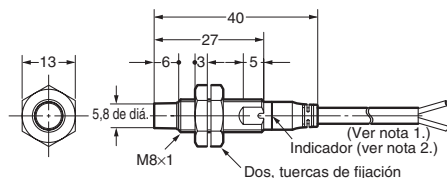


- Nota 1.** Cable cilíndrico aislado con vinilo, diám. 4, con 3 conductores (sección de los conductores: 0,3 mm²; diámetro del aislamiento: 1,3 mm); longitud estándar: 2 m
2. Indicador de operación (amarillo)

Modelos con cable (No protegido)

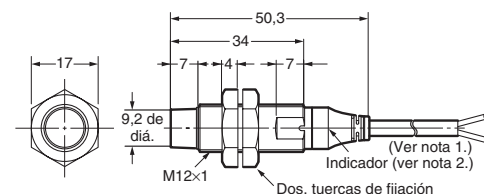


E2A-S08KN04-WP-□□



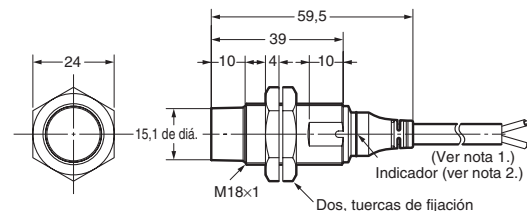
- Nota 1.** Cable cilíndrico aislado con vinilo, diám. 4, con 3 conductores (sección de los conductores: 0,3 mm²; diámetro del aislamiento: 1,3 mm); longitud estándar: 2 m
2. Indicador de operación (amarillo)

E2A-M12KN08-WP-□□/E2A-S12KN08-WP-□



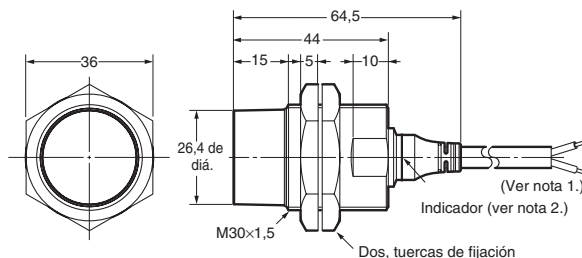
- Nota 1.** Cable cilíndrico aislado con vinilo, diám. 4, con 3 conductores (sección de los conductores: 0,3 mm²; diámetro del aislamiento: 1,3 mm); longitud estándar: 2 m
2. Indicador de operación (amarillo)
3. para modelos NA+NC (-B3/-C3) la longitud total es de 4 mm mayor

E2A-M18KN16-WP-□□/E2A-S18KN16-WP-□



- Nota 1.** Cable cilíndrico aislado con vinilo, diám. 4, con 3 conductores (sección de los conductores: 0,3 mm²; diámetro del aislamiento: 1,3 mm); longitud estándar: 2 m
2. Indicador de operación (amarillo)

E2A-M30KN20-WP-□□/E2A-S30KN20-WP-□



- Nota 1.** Cable cilíndrico aislado con vinilo, diám. 4, con 3 conductores (sección de los conductores: 0,3 mm²; diámetro del aislamiento: 1,3 mm); longitud estándar: 2 m
2. Indicador de operación (amarillo)